



#3

PATENT
450100-03145

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants : Tetsujiro KONDO et al.
Serial No. : 09/824,284
Filed : April 2, 2001
For : EMBEDDED CODING UNIT AND EMBEDDED CODING
METHOD, DECODING UNIT AND DECODING METHOD,
AND STORAGE MEDIUM
Art Unit : 2621

745 Fifth Avenue
New York, New York 10151
Tel. (212) 588-0800

I hereby certify that this correspondence is being
deposited with the United States Postal Service as
first class mail in an envelope addressed to:
Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231, on June 27, 2001

Glenn F. Savit, Reg. No. 37,437

Name of Applicant, Assignee or
Registered Representative

Signature

June 27, 2001

Date of Signature

CLAIM OF PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In support of the claim of priority under 35. U.S.C.
§ 119 asserted in the Declaration accompanying the above-entitled
application, as filed, please find enclosed herewith a certified
copy of Japanese Application No. 2000-102132, filed in Japan on 4
April 2000 forming the basis for such claim.

PATENT
450100-03145

Acknowledgment of the claim of priority and of the
receipt of said certified copy(s) is requested.

Respectfully submitted,

FROMMER LAWRENCE & HAUG LLP
Attorneys for Applicants

By: 
Glenn F. Savit
Reg. No. 37,437
Tel. (212) 588-0800

Enclosure(s)

501P05450500



日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2000年 4月 4日

出願番号
Application Number:

特願2000-102132

出願人
Applicant(s):

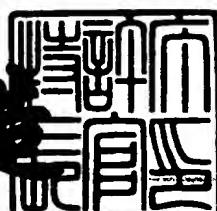
ソニー株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 3月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕三



出証番号 出証特2001-3016411

【書類名】 特許願

【整理番号】 9900901506

【提出日】 平成12年 4月 4日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 7/32

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

【氏名】 近藤 哲二郎

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

【氏名】 小林 直樹

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代表者】 出井 伸之

【代理人】

【識別番号】 100082131

【弁理士】

【氏名又は名称】 稲本 義雄

【電話番号】 03-3369-6479

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 032089

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

特2000-102132

【包括委任状番号】 9708842

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 埋め込み装置および埋め込み方法、復号装置および復号方法、並びに記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1のデータに、第2のデータを埋め込み、符号化データを出力する埋め込み装置であって、

前記第1のデータのうちの注目している注目データの予測値を予測する予測方式を、前記第2のデータに基づいて選択する選択手段と、

前記選択手段により選択された予測方式によって前記注目データを予測することにより、前記予測値を求めるとともに、前記注目データに、前記第2のデータを埋め込む予測／埋め込み手段と、

前記予測値の予測誤差を求め、前記符号化データとして出力する予測誤差演算手段と

を備えることを特徴とする埋め込み装置。

【請求項2】 前記予測／埋め込み手段は、前記注目データの周辺に位置する前記第1のデータを、前記注目データの予測値として求めることを特徴とする請求項1に記載の埋め込み装置。

【請求項3】 前記注目データに対する、前記第2のデータの埋め込みの可否を判定する判定手段をさらに備え、

前記選択手段は、前記注目データに対する、前記第2のデータの埋め込みが可能である場合に、前記予測方式を、前記第2のデータに基づいて選択することを特徴とする請求項1に記載の埋め込み装置。

【請求項4】 前記判定手段は、前記注目データと、その予測に用いる前記第1のデータとに基づいて、前記注目データに対する、前記第2のデータの埋め込みの可否を判定する

ことを特徴とする請求項3に記載の埋め込み装置。

【請求項5】 前記注目データに対する、前記第2のデータの埋め込みが可能な場合において、

前記選択手段は、前記予測方式を、前記注目データおよびその予測に用いる前

記第1のデータに基づいて選択し、

前記予測／埋め込み手段は、前記選択手段により選択された予測方式によって前記注目データを予測することにより、前記予測値を求めるのみを行うことを特徴とする請求項3に記載の埋め込み装置。

【請求項6】 前記判定手段は、

前記注目データと、その予測に用いる2つの前記第1のデータとの大小関係を判定し、

前記注目データが、その予測に用いる2つの前記第1のデータの範囲内の値である場合に、前記注目データに対する、前記第2のデータの埋め込みが可能であると判定し、

前記注目データが、その予測に用いる2つの前記第1のデータの範囲内の値でない場合に、前記注目データに対する、前記第2のデータの埋め込みが不可能であると判定する

ことを特徴とする請求項4に記載の埋め込み装置。

【請求項7】 前記選択手段は、前記第2のデータの埋め込みが可能な前記注目データについて、その予測に用いる2つの前記第1のデータそれぞれを前記予測値とする予測方式のうちの一方を、前記第2のデータに基づいて選択することを特徴とする請求項6に記載の埋め込み装置。

【請求項8】 前記選択手段は、前記第2のデータの埋め込みが不可能な前記注目データについて、その予測に用いる2つの前記第1のデータそれぞれを前記予測値とする予測方式のうちの前記予測誤差が大きくなる方を選択することを特徴とする請求項6に記載の埋め込み装置。

【請求項9】 前記第1のデータは、画像データである
ことを特徴とする請求項1に記載の埋め込み装置。

【請求項10】 前記第1と第2のデータは、画像データを2つの部分に分離した一方の部分と他方の部分である

ことを特徴とする請求項1に記載の埋め込み装置。

【請求項11】 前記一方の部分としての前記第1のデータに対して、前記他方の部分としての前記第2のデータを最適に埋め込むことができるように、前

記画像データを2つの部分に分離する分離手段をさらに備えることを特徴とする請求項10に記載の埋め込み装置。

【請求項12】 第1のデータに、第2のデータを埋め込み、符号化データを出力する埋め込み方法であって、

前記第1のデータのうちの注目している注目データの予測値を予測する予測方式を、前記第2のデータに基づいて選択する選択ステップと、

前記選択ステップにおいて選択された予測方式によって前記注目データを予測することにより、前記予測値を求めるとともに、前記注目データに、前記第2のデータを埋め込む予測／埋め込みステップと、

前記予測値の予測誤差を求め、前記符号化データとして出力する予測誤差演算ステップと

を備えることを特徴とする埋め込み方法。

【請求項13】 第1のデータに、第2のデータを埋め込み、符号化データを出力する埋め込み処理を、コンピュータに行わせるプログラムが記録されている記録媒体であって、

前記第1のデータのうちの注目している注目データの予測値を予測する予測方式を、前記第2のデータに基づいて選択する選択ステップと、

前記選択ステップにおいて選択された予測方式によって前記注目データを予測することにより、前記予測値を求めるとともに、前記注目データに、前記第2のデータを埋め込む予測／埋め込みステップと、

前記予測値の予測誤差を求め、前記符号化データとして出力する予測誤差演算ステップと

を備えるプログラムが記録されている

ことを特徴とする記録媒体。

【請求項14】 第1のデータに、第2のデータを埋め込むことにより得られた符号化データを、前記第1および第2のデータに復号する復号装置であって、

前記符号化データのうちの注目している注目データから、前記第1のデータの予測値の予測に用いられた予測方式を認識する認識手段と、

前記認識手段により認識された前記予測方式に基づいて、前記注目データを、元の前記第1のデータに復号するとともに、前記注目データに埋め込まれていた前記第2のデータを復号する復号手段と
を備えることを特徴とする復号装置。

【請求項15】 前記注目データに対する、前記第2のデータの埋め込みの有無を判定する判定手段をさらに備え、

前記認識手段は、前記注目データに、前記第2のデータが埋め込まれている場合に、前記予測方式を認識する

ことを特徴とする請求項14に記載の復号装置。

【請求項16】 前記判定手段は、前記注目データと、既に復号された前記第1のデータとに基づいて、前記注目データに対する、前記第2のデータの埋め込みの有無を判定する

ことを特徴とする請求項15に記載の復号装置。

【請求項17】 前記注目データに対して、前記第2のデータが埋め込まれていない場合において、

前記認識手段は、前記予測方式を、前記注目データおよび既に復号された前記第1のデータに基づいて認識し、

前記復号手段は、前記認識手段により認識された予測方式に基づいて、前記注目データを、元の前記第1のデータに復号することのみを行う

ことを特徴とする請求項16に記載の復号装置。

【請求項18】 前記判定手段は、

前記注目データと、既に復号された2つの前記第1のデータとの大小関係を判定し、

前記注目データの大きさが、既に復号された2つの前記第1のデータどうしの差分の大きさより小である場合に、前記注目データに対して、前記第2のデータが埋め込まれていると判定し、

前記注目データの大きさが、既に復号された2つの前記第1のデータどうしの差分の大きさより小でない場合に、前記注目データに対して、前記第2のデータが埋め込まれていないと判定する

ことを特徴とする請求項16に記載の復号装置。

【請求項19】 前記認識手段は、前記第2のデータが埋め込まれている前記注目データについて、既に復号された2つの前記第1のデータそれぞれを前記予測値とする予測方式のうち、前記注目データの復号結果が、その2つの前記第1のデータの範囲内になる方を、前記注目データに対応する前記第1のデータの予測に用いられたものとして認識する

ことを特徴とする請求項18に記載の復号装置。

【請求項20】 前記認識手段は、前記第2のデータが埋め込まれていない前記注目データについて、既に復号された2つの前記第1のデータそれぞれを前記予測値とする予測方式のうち、予測誤差が大きくなる方を、前記注目データに対応する前記第1のデータの予測に用いられたものとして認識する

ことを特徴とする請求項18に記載の復号装置。

【請求項21】 前記第1のデータは、画像データである

ことを特徴とする請求項14に記載の復号装置。

【請求項22】 前記第1と第2のデータは、画像データを2つの部分に分離した一方の部分と他方の部分である

ことを特徴とする請求項14に記載の復号装置。

【請求項23】 前記一方の部分としての、復号された前記第1のデータと、前記他方の部分としての、復号された前記第2のデータとを結合し、元の前記画像データを構成する結合手段をさらに備える

ことを特徴とする請求項22に記載の復号装置。

【請求項24】 第1のデータに、第2のデータを埋め込むことにより得られた符号化データを、前記第1および第2のデータに復号する復号方法であって

前記符号化データのうちの注目している注目データから、前記第1のデータの予測値の予測に用いられた予測方式を認識する認識ステップと、

前記認識ステップにおいて認識された前記予測方式に基づいて、前記注目データを、元の前記第1のデータに復号するとともに、前記注目データに埋め込まれていた前記第2のデータを復号する復号ステップと

を備えることを特徴とする復号装置。

【請求項25】 第1のデータに、第2のデータを埋め込むことにより得られた符号化データを、前記第1および第2のデータに復号する復号処理を、コンピュータに行わせるプログラムが記録されている記録媒体であって、

前記符号化データのうちの注目している注目データから、前記第1のデータの予測値の予測に用いられた予測方式を認識する認識ステップと、

前記認識ステップにおいて認識された前記予測方式に基づいて、前記注目データを、元の前記第1のデータに復号するとともに、前記注目データに埋め込まれていた前記第2のデータを復号する復号ステップと

を備えるプログラムが記録されている

ことを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、埋め込み装置および埋め込み方法、復号装置および復号方法、並びに記録媒体に関し、特に、例えば、復号画像の画質を劣化させることなく、かつデータ量を増加せずに、画像に情報を埋め込むことができるようとする埋め込み装置および埋め込み方法、復号装置および復号方法、並びに記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】

データに対して、そのデータ量を増加させることなく、情報を埋め込む手法としては、例えば、ディジタルオーディオデータの最下位ビットや、下位2ビットなどを、埋め込む情報に変換するものなどがある。この手法は、ディジタルオーディオデータの下位ビットが、その音質にあまり影響を与えないことを利用し、その下位ビットを、単に、埋め込む情報に置き換えるものであり、従って、再生時には、情報が埋め込まれたディジタルオーディオデータは、その下位ビットを元に戻さずに、そのまま出力される。即ち、情報が埋め込まれた下位ビットを、元に戻すのは困難であり、また、下位ビットは、音質に、あまり影響を与えないことから、ディジタルオーディオデータは、情報が埋め込まれた状態で出力され

る。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、以上のような手法では、本来のデータと異なるデータが出力される。従って、データがオーディオデータである場合には、その音質に、また、データがビデオデータである場合には、その画質に、少なからず影響がある。

【0004】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、例えば、画像の画質を劣化させることなく、かつデータ量を増加せずに、画像に情報を埋め込むこと等ができるようにするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明の埋め込み装置は、第1のデータのうちの注目している注目データの予測値を予測する予測方式を、第2のデータに基づいて選択する選択手段と、選択手段により選択された予測方式によって注目データを予測することにより、予測値を求めるとともに、注目データに、第2のデータを埋め込む予測／埋め込み手段と、予測値の予測誤差を求め、符号化データとして出力する予測誤差演算手段とを備えることを特徴とする。

【0006】

予測／埋め込み手段には、注目データの周辺に位置する第1のデータを、注目データの予測値として求めさせることができる。

【0007】

本発明の埋め込み装置には、注目データに対する、第2のデータの埋め込みの可否を判定する判定手段をさらに設けることができ、選択手段には、注目データに対する、第2のデータの埋め込みが可能である場合に、予測方式を、第2のデータに基づいて選択させることができる。

【0008】

判定手段には、注目データと、その予測に用いる第1のデータとに基づいて、注目データに対する、第2のデータの埋め込みの可否を判定させることができる

【0009】

注目データに対する、第2のデータの埋め込みが可能でない場合においては、選択手段には、予測方式を、注目データおよびその予測に用いる第1のデータに基づいて選択させ、予測／埋め込み手段には、選択手段により選択された予測方式によって注目データを予測することにより、予測値を求めることが行わせることができる。

【0010】

判定手段には、注目データと、その予測に用いる2つの第1のデータとの大小関係を判定させることができ、この場合、注目データが、その予測に用いる2つの第1のデータの範囲内の値であるときには、注目データに対する、第2のデータの埋め込みが可能であると判定させ、注目データが、その予測に用いる2つの第1のデータの範囲内の値でないときには、注目データに対する、第2のデータの埋め込みが不可能であると判定させることができる。

【0011】

選択手段には、第2のデータの埋め込みが可能な注目データについて、その予測に用いる2つの第1のデータそれぞれを予測値とする予測方式のうちの一方を、第2のデータに基づいて選択させることができる。

【0012】

選択手段には、第2のデータの埋め込みが不可能な注目データについて、その予測に用いる2つの第1のデータそれぞれを予測値とする予測方式のうちの予測誤差が大きくなる方を選択させることができる。

【0013】

第1のデータは、画像データとすることができる。

【0014】

第1と第2のデータは、画像データを2つの部分に分離した一方の部分と他方の部分とすることができる。

【0015】

本発明の埋め込み装置には、一方の部分としての第1のデータに対して、他方

の部分としての第2のデータを最適に埋め込むことができるように、画像データを2つの部分に分離する分離手段をさらに設けることができる。

【0016】

本発明の埋め込み方法は、第1のデータのうちの注目している注目データの予測値を予測する予測方式を、第2のデータに基づいて選択する選択ステップと、選択ステップにおいて選択された予測方式によって注目データを予測することにより、予測値を求めるとともに、注目データに、第2のデータを埋め込む予測／埋め込みステップと、予測値の予測誤差を求め、符号化データとして出力する予測誤差演算ステップとを備えることを特徴とする。

【0017】

本発明の第1の記録媒体は、第1のデータのうちの注目している注目データの予測値を予測する予測方式を、第2のデータに基づいて選択する選択ステップと、選択ステップにおいて選択された予測方式によって注目データを予測することにより、予測値を求めるとともに、注目データに、第2のデータを埋め込む予測／埋め込みステップと、予測値の予測誤差を求め、符号化データとして出力する予測誤差演算ステップとを備えるプログラムが記録されていることを特徴とする。

【0018】

本発明の復号装置は、符号化データのうちの注目している注目データから、第1のデータの予測値の予測に用いられた予測方式を認識する認識手段と、認識手段により認識された予測方式に基づいて、注目データを、元の第1のデータに復号するとともに、注目データに埋め込まれていた第2のデータを復号する復号手段とを備えることを特徴とする。

【0019】

この復号装置には、注目データに対する、第2のデータの埋め込みの有無を判定する判定手段をさらに設けることができ、認識手段には、注目データに、第2のデータが埋め込まれている場合に、予測方式を認識させることができる。

【0020】

判定手段には、注目データと、既に復号された第1のデータとに基づいて、注

目データに対する、第2のデータの埋め込みの有無を判定させることができる。

【0021】

注目データに対して、第2のデータが埋め込まれていない場合においては、認識手段には、予測方式を、注目データおよび既に復号された第1のデータに基づいて認識させ、復号手段には、認識手段により認識された予測方式に基づいて、注目データを、元の第1のデータに復号することのみを行わせることができる。

【0022】

判定手段には、注目データと、既に復号された2つの第1のデータとの大小関係を判定させることができ、この場合、注目データの大きさが、既に復号された2つの第1のデータどうしの差分の大きさより小であるときには、注目データに対して、第2のデータが埋め込まれていると判定させ、注目データの大きさが、既に復号された2つの第1のデータどうしの差分の大きさより小でないときには、注目データに対して、第2のデータが埋め込まれていないと判定させることができる。

【0023】

認識手段には、第2のデータが埋め込まれている注目データについて、既に復号された2つの第1のデータそれぞれを予測値とする予測方式のうち、注目データの復号結果が、その2つの第1のデータの範囲内になる方を、注目データに対応する第1のデータの予測に用いられたものとして認識させることができる。

【0024】

認識手段には、第2のデータが埋め込まれていない注目データについて、既に復号された2つの第1のデータそれぞれを予測値とする予測方式のうち、予測誤差が大きくなる方を、注目データに対応する第1のデータの予測に用いられたものとして認識させることができる。

【0025】

第1のデータは、画像データとすることができます。

【0026】

第1と第2のデータは、画像データを2つの部分に分離した一方の部分と他方の部分とすることができます。

【0027】

本発明の復号装置には、一方の部分としての、復号された第1のデータと、他方の部分としての、復号された第2のデータとを結合し、元の画像データを構成する結合手段をさらに設けることができる。

【0028】

本発明の復号方法は、符号化データのうちの注目している注目データから、第1のデータの予測値の予測に用いられた予測方式を認識する認識ステップと、認識ステップにおいて認識された予測方式に基づいて、注目データを、元の第1のデータに復号するとともに、注目データに埋め込まれていた第2のデータを復号する復号ステップとを備えることを特徴とする。

【0029】

本発明の第2の記録媒体は、符号化データのうちの注目している注目データから、第1のデータの予測値の予測に用いられた予測方式を認識する認識ステップと、認識ステップにおいて認識された予測方式に基づいて、注目データを、元の第1のデータに復号するとともに、注目データに埋め込まれていた第2のデータを復号する復号ステップとを備えるプログラムが記録されていることを特徴とする。

【0030】

本発明の埋め込み装置および埋め込み方法、並びに第1の記録媒体においては、第1のデータのうちの注目している注目データの予測値を予測する予測方式が、第2のデータに基づいて選択され、その予測方式によって注目データを予測することにより、予測値が求められるとともに、注目データに、第2のデータが埋め込まれる。そして、予測値の予測誤差を求められ、符号化データとして出力される。

【0031】

本発明の復号装置および復号方法、並びに第2の記録媒体においては、符号化データのうちの注目している注目データから、第1のデータの予測値の予測に用いられた予測方式が認識され、その予測方式に基づいて、注目データが、元の第1のデータに復号されるとともに、注目データに埋め込まれていた第2のデータ

が復号される。

【0032】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明を適用した埋め込み圧縮／復号システム（システムとは、複数の装置が論理的に集合した物をいい、各構成の装置が同一筐体中にあるか否かは問わない）の一実施の形態の構成例を示している。

【0033】

この埋め込み圧縮／復号システムは、符号化装置1および復号装置2で構成されており、符号化装置は、符号化対象としての、例えば、画像を符号化して符号化データを出力し、復号装置2は、その符号化データを、元の画像に復号するようになっている。

【0034】

即ち、符号化装置1は、埋め込み圧縮符号化器11で構成され、そこには、符号化対象としての画像と、その画像に埋め込まれる付加情報とが供給されるようになっている。そして、埋め込み圧縮符号化器11は、画像（デジタル画像データ）を圧縮符号化するのと同時に、付加情報（デジタルデータ）を埋め込むことにより、符号化データを得て出力する。埋め込み圧縮符号化器11が出力する符号化データは、例えば、半導体メモリ、光磁気ディスク、磁気ディスク、光ディスク、磁気テープ、相変化ディスクなどでなる記録媒体3に記録され、あるいは、また、例えば、地上波、衛星回線、CATV（Cable Television）網、インターネット、公衆回線などでなる伝送媒体4を介して伝送され、復号装置2に提供される。

【0035】

復号装置2は、復号器12で構成され、そこでは、記録媒体3または伝送媒体4を介して提供される符号化データが受信される。そして、復号器12は、その符号化データを、元の画像と、そこに埋め込まれている付加情報に復号する。復号された画像は、例えば、図示せぬモニタ等に供給されて表示される。

【0036】

なお、付加情報としては、例えば、元の画像に関連するテキストデータや、音

声データ、その画像を縮小した縮小画像等は勿論、元の画像に無関係なデータを用いることも可能である。即ち、付加情報としては、あらゆるデータ（プログラムも含む）を用いることが可能である。

【0037】

次に、図2は、図1の埋め込み圧縮符号化器11の構成例を示している。

【0038】

符号化対象の画像データは、フレームメモリ21に供給されるようになっており、その画像データに埋め込まれる付加情報は、予測器選択回路23に供給されるようになっている。

【0039】

フレームメモリ21は、そこに供給される画像データを、例えば、1フレーム単位で記憶する。フレームメモリ21に記憶された画像データは、必要に応じて、埋め込み判定回路22、予測器選択回路23、スイッチ24、および予測誤差計算回路26に供給されるようになっている。

【0040】

埋め込み判定回路22は、フレームメモリ21に記憶された画像データを構成する画素を、例えば、ラスタスキャン順に、順次、注目画素とし、その注目画素に対する付加情報の埋め込みの可否を判定する。

【0041】

即ち、例えば、いま、図3に示すように、画像データを構成する、ある画素Dが注目画素である場合には、埋め込み判定回路22は、その注目画素Dの上に隣接する画素Bと、下に隣接する画素Cを、フレームメモリ21から読み出す。そして、埋め込み判定回路22は、画素Bの画素値（以下、適宜、画素値Bとも記述する）と、画素Cの画素値との間に、注目画素Dの画素値が存在するかどうかを判定し、存在する場合には、注目画素Dへの埋め込みが可能であると判定し、存在しない場合には、注目画素Dへの埋め込みが不可であると判定する。この埋め込み判定回路22による注目画素への埋め込みの可否の判定結果は、埋め込み判定信号として、予測器選択回路23に供給されるようになっている。

【0042】

予測器選択回路23は、埋め込み判定回路22から、注目画素への埋め込みが可能な旨の埋め込み判定信号を受信した場合、注目画素を予測（予測符号化）する予測方式を、そこに供給される付加情報に基づいて選択し、その選択結果を表す予測器選択信号を、スイッチ24に供給する。また、予測器選択回路23は、埋め込み判定回路22から、注目画素への埋め込みが不可である旨の埋め込み判定信号を受信した場合、注目画素を予測（予測符号化）する予測方式を、フレームメモリ21に記憶された注目画素D、並びにその上に隣接する画素Bおよびその左に隣接する画素Cの画素値の大小関係に基づいて選択し、その選択結果を表す予測器選択信号を、スイッチ24に供給する。

【0043】

スイッチ24は、予測器選択回路23からの予測器選択信号にしたがって、端子24Aまたは24Bのうちの一方を選択し、これにより、フレームメモリ21に記憶された画像データを、予測器25Aまたは予測器25Bに供給する。

【0044】

予測器25Aおよび25Bは、スイッチ24を介して供給される画像データを用い、注目画素の予測値を、所定の予測方式で予測し、予測誤差計算回路26に供給する。なお、予測器25Aと25Bとは、異なる予測方式で、注目画素の予測値を予測するようになっている。

【0045】

即ち、予測器25Aは、例えば、注目画素の上に隣接する画素を、注目画素の予測値とする予測方式で、注目画素を予測する。また、予測器25Bは、例えば、注目画素の左に隣接する画素を、注目画素の予測値とする予測方式で、注目画素を予測する。従って、図3における画素Dを注目画素とする場合においては、予測器25Aでは、画素Bが、注目画素Dの予測値として求められ、予測器25Bでは、画素Cが、注目画素Dの予測値として求められる。

【0046】

予測誤差計算回路26は、予測器25Aまたは25Bが出力する注目画素の予測値の予測誤差を求め、予測誤差保存用メモリ27に供給する。即ち、予測誤差計算回路26は、フレームメモリ21に記憶された注目画素から、予測器25A

または25Bが outputする注目画素の予測値を減算することにより、その予測値の予測誤差を求め、予測誤差保存用メモリ27に供給する。

【0047】

予測誤差保存用メモリ27は、予測誤差計算回路26から供給される注目画素の予測値の予測誤差を、例えば、その注目画素の位置に対応するアドレスに記憶する。

【0048】

エントロピー符号化回路28は、予測誤差保存用メモリ27に、例えば、1フレーム分の予測誤差が記憶されると、その1フレーム分の予測誤差を読み出して、例えば、ハフマン符号化等のエントロピー符号化し、その符号化結果を、符号化データとして出力する。

【0049】

次に、注目画素への埋め込みの可否と、注目画素の予測方式の選択との関係について説明する。

【0050】

上述したように、本実施の形態では、埋め込み判定回路22において、注目画素Dの画素値が、その上に隣接する画素Bの画素値と、その左に隣接する画素Cの画素値との間に存在するかどうかが判定され、存在する場合には、注目画素Dへの埋め込みが可能であると判定され、存在しない場合には、注目画素Dへの埋め込みが不可であると判定される。

【0051】

従って、図4(A)に示すように、画素値BがCより大である場合(画素値CがBより小である場合)において、注目画素Dの画素値が、画素値Cよりも大きく、かつ画素値Bよりも小さいときには、注目画素Dへの埋め込みが可能であり、このように、埋め込みが可能である場合には、予測器選択回路23において、上述したように、注目画素を予測する予測方式が、そこに埋め込む付加情報に基づいて選択される。即ち、この場合、注目画素の予測値を、予測器24Aまたは25Bのうちのいずれで求めるかが、付加情報に基づいて選択される。

【0052】

いま、1の画素に対して、1ビットの付加情報を埋め込むものとし、例えば、その1ビットの付加情報が0であるときには予測器25Aを、1であるときには予測器25Bを、それぞれ選択するものとすると、予測器選択回路23は、付加情報が0である場合には、予測器25Aが接続されている端子24Aの選択を指示する予測器選択信号を、スイッチ24に出力する。

【0053】

これにより、スイッチ24は、端子24Aを選択し、予測器25Aは、スイッチ24を介して、フレームメモリ21から、注目画素Dの上に隣接する画素Bを読み出す。そして、予測器25Aは、この画素Bを、注目画素Dの予測値として、予測誤差計算回路26に出力する。その結果、予測誤差計算回路26では、注目画素Dの画素値から、予測値Bを減算したD-Bが、予測誤差として求められ、予測誤差保存用メモリ27に供給される。

【0054】

一方、予測器選択回路23は、付加情報が1である場合には、予測器25Bが接続されている端子24Bの選択を指示する予測器選択信号を、スイッチ24に出力する。

【0055】

これにより、スイッチ24は、端子24Bを選択し、予測器25Bは、スイッチ24を介して、フレームメモリ21から、注目画素Dの左に隣接する画素Cを読み出す。そして、予測器25Bは、この画素Cを、注目画素Dの予測値として、予測誤差計算回路26に出力する。その結果、予測誤差計算回路26では、注目画素Dの画素値から、予測値Cを減算したD-Cが、予測誤差として求められ、予測誤差保存用メモリ27に供給される。

【0056】

また、図4（B）に示すように、画素値CがBより大である場合（画素値BがCより小である場合）において、注目画素Dの画素値が、画素値Bよりも大きく、かつ画素値Cよりも小さいときにも、注目画素Dへの埋め込みが可能であり、この場合も、上述した場合と同様の処理が行われる。

【0057】

即ち、付加情報が0である場合には、予測器選択回路23は、予測器25Aが接続されている端子24Aの選択を指示する予測器選択信号を、スイッチ24に出力し、スイッチ24に端子24Aを選択させる。この場合、予測器25Aは、スイッチ24を介して、フレームメモリ21から、注目画素Dの上に隣接する画素Bを読み出し、注目画素Dの予測値として、予測誤差計算回路26に出力する。その結果、予測誤差計算回路26では、注目画素Dの画素値から、予測値Bを減算したD-Bが、予測誤差として求められ、予測誤差保存用メモリ27に供給される。

【0058】

一方、付加情報が1である場合には、予測器選択回路23は、予測器25Bが接続されている端子24Bの選択を指示する予測器選択信号を、スイッチ24に出力し、スイッチ24に端子24Bを選択させる。この場合、予測器25Bは、スイッチ24を介して、フレームメモリ21から、注目画素Dの左に隣接する画素Cを読み出し、注目画素Dの予測値として、予測誤差計算回路26に出力する。その結果、予測誤差計算回路26では、注目画素Dの画素値から、予測値Cを減算したD-Cが、予測誤差として求められ、予測誤差保存用メモリ27に供給される。

【0059】

以上は、注目画素への埋め込みが可能である場合の予測方式の選択方法であるが、注目画素への埋め込みが不可である場合には、予測方式は、次のように選択される。

【0060】

即ち、注目画素Dの画素値が、その上に隣接する画素Bの画素値と、その左に隣接する画素Cの画素値との間に存在しない場合には、埋め込み判定回路22において、注目画素Dへの埋め込みが不可であると判定される。従って、例えば、図5(A)に示すように、画素値BがCより大の場合において、注目画素Dの画素値がBより大きいときや、図5(B)に示すように、画素値CがBより大の場合において、注目画素Dの画素値がCより大きいとき等には、埋め込み不可と判定される。

【0061】

埋め込みが不可の場合には、予測器選択回路23において、上述したように、注目画素を予測する予測方式が、フレームメモリ21に記憶された注目画素D、並びにその上に隣接する画素Bおよびその左に隣接する画素Cの画素値の大小関係に基づいて選択される。即ち、この場合、予測器選択回路23は、例えば、予測誤差（の大きさ）がより大きくなる予測方式を選択する。

【0062】

従って、例えば、図5（A）に示す場合においては、注目画素Dの予測値をBとするよりも、Cとした方が、予測誤差が大きいので、予測器選択回路23は、注目画素Dの予測値を、その左に隣接する画素Cとする予測方式を選択し、そのような予測方式で予測を行う予測器25Bに接続されている端子24Bの選択を指示する予測器選択信号を、スイッチ24に出力する。

【0063】

これにより、スイッチ24は、端子24Bを選択し、予測器25Bは、スイッチ24を介して、フレームメモリ21から、注目画素Dの左に隣接する画素Cを読み出す。そして、予測器25Bは、この画素Cを、注目画素Dの予測値として、予測誤差計算回路26に出力する。その結果、予測誤差計算回路26では、注目画素Dの画素値から、予測値Cを減算したD-Cが、予測誤差として求められ、予測誤差保存用メモリ27に供給される。

【0064】

また、例えば、図5（B）に示す場合においては、注目画素Dの予測値をCとするよりも、Bとした方が、予測誤差が大きいので、予測器選択回路23は、注目画素Dの予測値を、その上に隣接する画素Bとする予測方式を選択し、そのような予測方式で予測を行う予測器25Aに接続されている端子24Aの選択を指示する予測器選択信号を、スイッチ24に出力する。

【0065】

これにより、スイッチ24は、端子24Aを選択し、予測器25Aは、スイッチ24を介して、フレームメモリ21から、注目画素Dの上に隣接する画素Bを読み出す。そして、予測器25Aは、この画素Bを、注目画素Dの予測値として

、予測誤差計算回路26に出力する。その結果、予測誤差計算回路26では、注目画素Dの画素値から、予測値Bを減算したD-Bが、予測誤差として求められ、予測誤差保存用メモリ27に供給される。

【0066】

次に、図6のフローチャートを参照して、図2の埋め込み圧縮符号化器11の処理について説明する。

【0067】

符号化対象の画像データは、例えば、1フレーム単位で、フレームメモリ21に、順次供給されて記憶される。

【0068】

そして、ある1フレームの画像データが、フレームメモリ21に記憶されると、ステップS1において、フレームメモリ21に記憶された画像データを構成する画素のうち、ラスタスキャン順で、まだ注目画素とされていないものが、注目画素として選択される。

【0069】

以上のようにして、注目画素が選択された後は、ステップS2に進み、埋め込み判定回路22、予測器選択回路23、予測器25A、25B、および予測誤差計算回路26において、注目画素を対象に、後述するような埋め込み圧縮処理が行われ、これにより得られる、注目画素についての予測誤差（注目画素の予測値の予測誤差）が、予測誤差計算回路26から予測誤差保存用メモリ27に供給されて記憶される。

【0070】

そして、ステップS3に進み、フレームメモリ21に記憶された1フレームの画像データを構成するすべての画素を注目画素として処理を行ったかどうかが判定される。ステップS3において、まだ、すべての画素を注目画素としていないと判定された場合、ステップS1に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

【0071】

また、ステップS3において、すべての画素を注目画素としたと判定された場合、即ち、予測誤差保存用メモリ27に、1フレーム分の予測誤差が記憶された

場合、ステップS4に進み、エントロピー符号化回路28は、予測誤差保存用メモリ27に記憶された1フレーム分の予測誤差を読み出し、エントロピー符号化する。さらに、エントロピー符号化回路28は、ステップS5において、その結果得られる符号化データを出力し、処理を終了する。

【0072】

なお、図6の処理は、例えば、フレームメモリ21に1フレームの画像データが記憶されるごとに行われる。

【0073】

次に、図7のフローチャートを参照して、図6のステップS2における埋め込み圧縮処理について説明する。

【0074】

埋め込み圧縮処理では、まず最初に、ステップS11において、埋め込み判定回路22は、注目画素への埋め込みの可否を判定する。ステップS11において、注目画素への埋め込みが可能であると判定された場合、埋め込み判定回路22は、その旨の埋め込み判定信号を、予測器選択回路23に出力し、ステップS12に進む。

【0075】

ステップS12では、予測器選択回路23は、注目画素に埋め込む付加情報に基づいて、予測方式を選択し、その選択結果としての予測器選択信号を、スイッチ24に出力する。これにより、スイッチ24では、端子24Aまたは24Bのうちの、選択された予測方式（以下、適宜、選択予測方式という）で予測を行う予測器が接続された方が選択される。

【0076】

そして、ステップS13に進み、予測器25Aまたは25Bのうちの、選択予測方式で予測を行う予測器（以下、適宜、選択予測器という）において、注目画素の予測値が、選択予測方式にしたがって求められ、その予測値が、予測誤差計算回路26に出力される。

【0077】

予測誤差計算回路26は、ステップS14において、選択予測器からの予測値

の予測誤差を求め、予測誤差保存用メモリ27に供給して記憶させ、リターンする。

【0078】

一方、ステップS11において、注目画素への埋め込みが不可であると判定された場合、埋め込み判定回路22は、その旨の埋め込み判定信号を、予測器選択回路23に出力し、ステップS15に進む。

【0079】

ステップS15では、予測器選択回路23は、注目画素と、その予測に用いる画素に基づいて、注目画素を予測する予測方式を選択する。即ち、予測器選択回路23は、図3に示したように、注目画素Dに対して、その上に隣接する画素B、またはその左に隣接する画素Cを予測値とする予測方式のうち、予測誤差が大きくなる方の予測方式を選択し、その選択結果としての予測器選択信号を、スイッチ24に出力する。これにより、スイッチ24では、端子24Aまたは24Bのうちの、選択された予測方式（選択予測方式）で予測を行う予測器が接続された方が選択される。

【0080】

そして、ステップS16に進み、予測器25Aまたは25Bのうちの、選択予測方式で予測を行う予測器（選択予測器）において、注目画素の予測値が、選択予測方式にしたがって求められ、その予測値が、予測誤差計算回路26に出力される。

【0081】

予測誤差計算回路26は、ステップS17において、選択予測器からの予測値の予測誤差を求め、予測誤差保存用メモリ27に供給して記憶させ、リターンする。

【0082】

次に、図8のフローチャートを参照して、図3における画素Dを注目画素とした場合の、図6のステップS2における埋め込み圧縮処理について、さらに説明する。

【0083】

埋め込み圧縮処理では、まず最初に、ステップS21において、埋め込み判定回路22は、注目画素D、その上に隣接する画素B、その左に隣接する画素Cの大小関係を判定することにより、注目画素への埋め込みの可否を判定する。なお、ステップS21の処理は、図7のステップS11の処理に対応する。

【0084】

ステップS11において、画素値B、C、Dの大小関係として、式 $B < D < C$ または $C < D < B$ が成り立つと判定された場合、埋め込み判定回路22は、注目画素Dへの埋め込みが可能である旨の埋め込み判定信号を、予測器選択回路23に出力し、ステップS22に進む。

【0085】

ステップS22では、予測器選択回路23は、注目画素Dに埋め込む付加情報が0または1のうちのいずれであるかを判定し、1であると判定した場合、ステップS23に進み、予測器選択回路23は、画素Cを予測値とする予測方式を選択し、その旨の予測器選択信号を、スイッチ24に出力する。即ち、本実施の形態では、画素Cを予測値とする予測方式による予測は、予測器25Bにおいて行われるので、いまの場合、予測器選択回路23からスイッチ24に対しては、予測器25Bに接続されている端子24Bの選択を指令する予測器選択信号が供給される。なお、ステップS22およびS23の処理は、図7のステップS12の処理に対応する。

【0086】

スイッチ24は、予測器選択回路23からの予測器選択信号にしたがって、端子24Bを選択し、これにより、予測器25Bは、ステップS24において、フレームメモリ21から、スイッチ24を介して、画素Cを読み出し、これを、注目画素Dの予測値として、予測誤差計算回路26に出力する。なお、ステップS24の処理は、図7のステップS13の処理に対応する。

【0087】

予測誤差計算回路26は、ステップS25において、予測器25Bからの予測値Cの予測誤差 $D - C$ を求め、予測誤差保存用メモリ27に供給し、リターンする。なお、ステップS24の処理は、図7のステップS14の処理に対応する。

【0088】

一方、ステップS22において、注目画素Dに埋め込む付加情報が0であると判定された場合、ステップS26に進み、予測器選択回路23は、画素Bを予測値とする予測方式を選択し、その旨の予測器選択信号を、スイッチ24に出力する。即ち、本実施の形態では、画素Bを予測値とする予測方式による予測は、予測器25Aにおいて行われるので、いまの場合、予測器選択回路23からスイッチ24に対しては、予測器25Aに接続されている端子24Aの選択を指令する予測器選択信号が供給される。なお、ステップS22およびS26の処理は、図7のステップS12の処理に対応する。

【0089】

スイッチ24は、予測器選択回路23からの予測器選択信号にしたがって、端子24Aを選択し、これにより、予測器25Aは、ステップS27において、フレームメモリ21から、スイッチ24を介して、画素Bを読み出し、これを、注目画素Dの予測値として、予測誤差計算回路26に出力する。なお、ステップS27の処理は、図7のステップS13の処理に対応する。

【0090】

予測誤差計算回路26は、ステップS28において、予測器25Aからの予測値Bの予測誤差D-Bを求め、予測誤差保存用メモリ27に供給し、リターンする。なお、ステップS28の処理は、図7のステップS14の処理に対応する。

【0091】

一方、ステップS21において、画素値B, C, Dの大小関係として、式 $B < D < C$ および $C < D < B$ のいずれも成り立たないと判定された場合、即ち、式 $B \leq C \leq D$, $D \leq C \leq B$, $C < B \leq D$ 、または $D \leq B < C$ のうちのいずれかが成り立つ場合、埋め込み判定回路22は、注目画素Dへの埋め込みが不可である旨の埋め込み判定信号を、予測器選択回路23に出力し、ステップS29に進む。

【0092】

ステップS29では、予測器選択回路23は、フレームメモリ21から、画素B, C, Dを読み出し、それらの画素値の大小関係を判定する。

【0093】

ステップS29において、画素値B, C, Dの大小関係として、式 $B \leq C \leq D$ または $D \leq C \leq B$ が成り立つと判定された場合、ステップS30に進み、予測器選択回路23は、画素Bを予測値とする予測方式を選択し、その旨の予測器選択信号を、スイッチ24に出力する。従って、この場合、ステップS26における場合と同様に、スイッチ24は、端子24Aを選択する。なお、ステップS29およびS30の処理は、図7のステップS15の処理に対応する。

【0094】

ここで、上述したように、注目画素への埋め込みが不可の場合には、注目画素の予測方式として、予測誤差を大きくするものが選択される。式 $B \leq C \leq D$ または $D \leq C \leq B$ が成り立つ場合には、画素BまたはCをそれぞれ予測値とする予測方式のうち、予測誤差が大きくなるのは、画素Bを予測値とする予測方式であるから、ステップS30では、そのような予測方式が選択される。

【0095】

スイッチ24が、端子24Aを選択すると、予測器25Aは、ステップS31において、フレームメモリ21から、スイッチ24を介して、画素Bを読み出し、これを、注目画素Dの予測値として、予測誤差計算回路26に出力する。なお、ステップS31の処理は、図7のステップS16の処理に対応する。

【0096】

予測誤差計算回路26は、ステップS32において、予測器25Aからの予測値Bの予測誤差 $D - B$ を求め、予測誤差保存用メモリ27に供給し、リターンする。なお、ステップS32の処理は、図7のステップS17の処理に対応する。

【0097】

一方、ステップS29において、画素値B, C, Dの大小関係として、式 $C < B \leq D$ または $D \leq B < C$ が成り立つと判定された場合、ステップS33に進み、予測器選択回路23は、画素Cを予測値とする予測方式を選択し、その旨の予測器選択信号を、スイッチ24に出力する。従って、この場合、ステップS23における場合と同様に、スイッチ24は、端子24Bを選択する。なお、ステップS29およびS33の処理は、図7のステップS15の処理に対応する。

【0098】

ここで、上述したように、注目画素への埋め込みが不可の場合には、注目画素の予測方式として、予測誤差を大きくするものが選択される。式 $C < B \leq D$ または $D \leq B < C$ が成り立つ場合には、画素 B または C をそれぞれ予測値とする予測方式のうち、予測誤差が大きくなるのは、画素 C を予測値とする予測方式であるから、ステップ S 3 3 では、そのような予測方式が選択される。

【0099】

スイッチ 24 が、端子 24B を選択すると、予測器 25B は、ステップ S 3 4において、フレームメモリ 21 から、スイッチ 24 を介して、画素 C を読み出し、これを、注目画素 D の予測値として、予測誤差計算回路 26 に出力する。なお、ステップ S 3 4 の処理は、図 7 のステップ S 1 6 の処理に対応する。

【0100】

予測誤差計算回路 26 は、ステップ S 3 5において、予測器 25B からの予測値 C の予測誤差 $D - C$ を求め、予測誤差保存用メモリ 27 に供給し、リターンする。なお、ステップ S 3 5 の処理は、図 7 のステップ S 1 7 の処理に対応する。

【0101】

ここで、図 9 に、画素値 B, C, D の大小関係に基づく、埋め込み圧縮処理のルールを示す。

【0102】

なお、上述の場合には、画素（の画素値）B と C とが一致している場合には、埋め込みを行わないこととしたが、画素 B と C とが一致している場合には、図 3 に示すように、注目画素 D の左上の画素 A を利用して、注目画素 D に、付加情報を埋め込むようにすることも可能である。この場合の埋め込み圧縮処理のルールを、図 10 に示す。

【0103】

ここで、図 10 では、 $B = C$ の場合に、画素 A または B を、注目画素 D の予測値として用いるようにしているが、B と C とは等しいから、注目画素 D の予測としては、画素 A または C を用いることも可能である。

【0104】

次に、図 11 は、図 1 の復号器 12 の構成例を示している。

【0105】

埋め込み圧縮符号化器11が出力し、記録媒体3または伝送媒体4を介して供給される符号化データは、フレームメモリ31に入力され、フレームメモリ31は、そこに入力される符号化データを、例えば、1フレーム単位で順次記憶する。

【0106】

エントロピー復号回路32は、フレームメモリ31に記憶された符号化データを、順次読み出してエントロピー復号し、これにより、符号化データを、予測誤差に復号する。この予測誤差は、埋め込み判定回路33および画素値／付加情報計算回路34に供給される。

【0107】

埋め込み判定回路33は、エントロピー復号回路32からの予測誤差を画素値とする画素に、付加情報が埋め込まれているかどうかを判定する。即ち、埋め込み判定回路33は、エントロピー復号回路32が出力する予測誤差である画像（以下、適宜、予測誤差画像という）を構成する画素を、例えば、ラスタスキャン順に、順次、注目画素とし、その注目画素に、付加情報が埋め込まれているかどうかを、その注目画素の画素値、および復号画像用メモリ35に記憶された、既に復号された画素の画素値に基づいて判定する。

【0108】

具体的には、例えば、いま、図12に示すように、予測誤差画像を構成する、ある画素dが注目画素である場合には、埋め込み判定回路33は、その注目画素dの上に隣接する、既に復号された画素Bと、下に隣接する、既に復号された画素Cを、復号画像用メモリ35から読み出す。なお、ここでは、ラスタスキャン順に、画素の復号が行われるので、注目画素の上や左にある画素は、既に復号されている。そして、埋め込み判定回路33は、これらの画素値BおよびC、並びに注目画素の画素値dに基づいて、注目画素への付加情報の埋め込みの有無を判定する。

【0109】

即ち、注目画素の元の画素値をDとすると、注目画素については、上述したよ

うに、その画素値Dが、その上に隣接する画素Bの画素値と、その左に隣接する画素Cの画素値との間に存在する場合に、付加情報の埋め込みが行われ、存在しない場合には、付加情報の埋め込みが行われない。

【0110】

従って、注目画素に付加情報が埋め込まれている場合には、その画素値dの大きさ $|d|$ が、画素値BとCとの差分の大きさ $|B-C|$ の範囲内にあるはずである。そこで、埋め込み判定回路33は、画素値dの大きさ $|d|$ が、画素値BとCとの差分の大きさ $|B-C|$ の範囲内にあるかどうかを判定し、ある場合には、注目画素dへの埋め込みが行われていると判定し、ない場合には、注目画素dへの埋め込みが行われていないと判定する。この埋め込み判定回路33による注目画素への埋め込みの有無の判定結果は、埋め込み判定信号として、画素値／付加情報計算回路34に供給されるようになっている。

【0111】

画素値／付加情報計算回路34は、埋め込み判定回路33から、注目画素への埋め込みが行われている旨の埋め込み判定信号を受信した場合、その注目画素を予測した予測方式を、注目画素の画素値、および復号画像用メモリ35に記憶された、既に復号された画素の画素値に基づいて判定するとともに、注目画素を復号する。

【0112】

即ち、画素値／付加情報計算回路34は、注目画素（予測誤差）dの上に隣接する、既に復号された画素Bと、左に隣接する、既に復号された画素Cを、復号画像用メモリ35から読み出し、それぞれを注目画素の予測値とする予測方式にしたがって、注目画素dを復号する。具体的には、画素値Bと、予測誤差である注目画素の画素値dとが加算されることにより、画素値Bを予測値とする予測方式による復号が行われるとともに、画素値Cと、予測誤差である注目画素の画素値dとが加算されることにより、画素値Cを予測値とする予測方式による復号が行われる。

【0113】

画素値／付加情報計算回路34は、画素値Bと予測誤差dとの加算値 $B+d$ 、

および画素値Cと予測誤差dとの加算値 $C+d$ を求めるとき、その2つの加算値 $B+d$ と $C+d$ のうち、画素値BとCとの間に存在する方を選択し、その選択した加算値を、注目画素の復号結果として、復号画像用メモリ35に出力する。

【0114】

即ち、注目画素に付加情報が埋め込まれている場合には、上述したことから、注目画素の元の画素値が、画素値BとCとの間に存在するはずであり、このため、画素値／付加情報計算回路34は、加算値 $B+d$ と $C+d$ のうち、画素値BとCとの間に存在する方を選択し、その選択した加算値を、注目画素の復号結果とする。

【0115】

さらに、画素値／付加情報計算回路34は、加算値 $B+d$ と $C+d$ のうち、加算値 $B+d$ を復号結果とした場合、予測方式が、画素値Bを予測値とするものであると認識する。また、画素値／付加情報計算回路34は、加算値 $B+d$ と $C+d$ のうち、加算値 $C+d$ を復号結果とした場合、予測方式が、画素値Cを予測値とするものであると認識する。そして、画素値／付加情報計算回路34は、予測方式の認識結果に基づいて、注目画素に埋め込まれていた付加情報を復号する。

【0116】

即ち、上述したように、埋め込み圧縮符号化器11では、付加情報が0の場合には、画素Bを、注目画素の予測値とする予測方式が用いられ、付加情報が1の場合には、画素値Cを、注目画素の予測値とする予測方式が用いられる。そこで、画素値／付加情報計算回路34は、予測方式が、画素値Bを予測値とするものである旨の認識結果が得られた場合には、付加情報として0を復号し、予測方式が、画素値Cを予測値とするものである旨の認識結果が得られた場合には、付加情報として1を復号して、付加情報用メモリ36に供給する。

【0117】

従って、予測誤差d、並びに画素値BおよびCの関係が、例えば、図13(A)に示すように、式 $C < B + d < B$ で表される場合には、 $B + d$ が注目画素の画素値として復号されるとともに、付加情報として0が復号される。また、予測誤差d、並びに画素値BおよびCの関係が、例えば、図13(B)に示すように、

式 $C < C + d < B$ で表される場合には、 $C + d$ が注目画素の画素値として復号されるとともに、付加情報として1が復号される。

【0118】

一方、画素値／付加情報計算回路34は、埋め込み判定回路33から、注目画素への埋め込みが行われていない旨の埋め込み判定信号を受信した場合、その注目画素を、その画素値、および復号画像用メモリ35に記憶された、既に復号された画素の画素値に基づいて復号する。

【0119】

即ち、上述したように、注目画素の画素値（予測誤差） d の大きさ $|d|$ が、画素値BとCとの差分の大きさ $|B - C|$ の範囲内にない場合には、その注目画素には、付加情報は埋め込まれていない。さらに、注目画素に付加情報が埋め込まれていない場合には、埋め込み圧縮符号化器11において、その注目画素は、画素値BとCをそれぞれ予測値とする予測方式のうち、予測誤差（の大きさ）がより大きくなる方で予測されているはずである。そこで、画素値／付加情報計算回路34は、上述のような予測方式の選択条件に合致するように、注目画素を復号する。

【0120】

具体的には、例えば、図14に示すように、式 $C < B < C + d$ が成り立つ場合においては、注目画素 d が、画素値Bを予測値として予測されているとすると、その復号結果は、 $D' = B + d$ となる。しかしながら、 D' が、注目画素の正しい復号結果であるとすると、画素値BとCをそれぞれ予測値とする予測方式のうち、予測誤差がより大きくなる方で予測するという予測方式の選択条件に反する。即ち、 D' を、注目画素の復号結果とするのであれば、注目画素は、予測誤差が大きくなる、画素値Cを予測値として予測されているはずであり、画素値Bを予測値として復号した復号結果 D' は、正しい復号結果でないということになる。

【0121】

そこで、画素値／付加情報計算回路34は、注目画素 d が、画素値Cを予測値として予測されているとして、注目画素を、 $D = C + d$ に復号する。この場合、

画素値BとCをそれぞれ予測値とする予測方式のうち、予測誤差がより大きくなる方で予測するという予測方式の選択条件に合致するから、画素値／付加情報計算回路34は、Dを、注目画素の復号結果として、復号画像用メモリ35に出力する。

【0122】

復号画像用メモリ35は、画素値／付加情報計算回路34が出力する注目画素の復号結果（復号画素値）を、例えば、その注目画素の位置に対応するアドレスに一時記憶する。付加情報用メモリ36は、画素値／付加情報計算回路34が出力する付加情報の復号結果（復号付加情報）を一時記憶する。

【0123】

次に、図15のフローチャートを参照して、図11の復号器12の処理について説明する。

【0124】

符号化データは、例えば、1フレーム単位で、フレームメモリ31に、順次供給されて記憶される。

【0125】

そして、ある1フレームの符号化データが、フレームメモリ31に記憶されると、ステップS41において、エントロピー復号回路32は、フレームメモリ41に記憶された1フレームの符号化データをエントロピー復号し、予測誤差でなる予測誤差画像に変換する。さらに、ステップS42に進み、予測誤差画像を構成する画素のうち、ラスタスキャン順で、まだ注目画素とされていないものが、注目画素として選択される。

【0126】

その後、ステップS43に進み、埋め込み判定回路33および画素値／付加情報計算回路34において、注目画素を復号するとともに、その注目画素に付加情報が埋め込まれている場合には、その付加情報を復号（抽出）する付加情報抽出／画素復号処理が行われ、その結果得られる注目画素の復号結果が、画素値／付加情報計算回路34から復号画像用メモリ35に供給されて記憶される。さらに、ステップS43において付加情報の復号結果が得られる場合には、その復号結

果が、画素値／付加情報計算回路34から付加情報用メモリ36に供給されて記憶される。

【0127】

そして、ステップS44に進み、エントロピー復号回路32で復号された1フレームの予測誤差画像を構成するすべての画素を注目画素として処理を行ったかどうかが判定される。ステップS44において、まだ、すべての画素を注目画素としていないと判定された場合、ステップS42に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

【0128】

また、ステップS44において、すべての画素を注目画素としたと判定された場合、即ち、復号画像用メモリ35に、1フレームの復号画像が記憶されるとともに、付加情報用メモリ36に、その1フレームの復号画像に埋め込まれていた付加情報が記憶された場合、ステップS45に進み、復号画像用メモリ35から復号画像が読み出されて出力されるとともに、付加情報用メモリ36から付加情報が読み出されて出力され、処理を終了する。

【0129】

なお、図15の処理は、例えば、フレームメモリ31に1フレームの符号化データが記憶されるごとに行われる。

【0130】

次に、図16のフローチャートを参照して、図15のステップS43における付加情報抽出／画素復号処理について説明する。

【0131】

付加情報抽出／画素復号処理では、まず最初に、ステップS51において、埋め込み判定回路33は、注目画素に対する付加情報の埋め込みの有無を判定する。ステップS51において、注目画素に付加情報が埋め込まれていると判定された場合、埋め込み判定回路33は、その旨の埋め込み判定信号を、画素値／付加情報計算回路34に出力し、ステップS52に進む。

【0132】

ステップS52では、画素値／付加情報計算回路34は、注目画素の画素値で

ある予測誤差、およびその注目画素の左または上にそれぞれ隣接する、既に復号され、復号画像用メモリ35に記憶されている画素の画素値に基づいて、注目画素の予測に用いられた予測方式を認識する。

【0133】

ここで、本実施の形態では、ラインスキャン順に処理を行うので、上述したように、注目画素の上や左にある画素は、既に復号されている。また、この場合、注目画素が、1フレームの最も上の行の画素であるときや、最も左の列の画素であるときには、その上や左に隣接する画素が存在しないこととなるが、このようなときは、復号器12において、例えば、注目画素の上や左に、画素値が0の画素、あるいは注目画素と同一の画素が存在するものとして処理を行うこととする。埋め込み圧縮符号化器11においても同様とする。

【0134】

画素値／付加情報計算回路34は、予測方式を認識した後、ステップS52からS53に進み、その認識した予測方式（以下、適宜、認識予測方式という）に基づいて、注目画素を復号するとともに、そこに埋め込まれていた付加情報を復号し、リターンする。

【0135】

一方、ステップS51において、注目画素に付加情報が埋め込まれていないと判定された場合、埋め込み判定回路33は、その旨の埋め込み判定信号を、画素値／付加情報計算回路34に出力し、ステップS54に進む。

【0136】

ステップS54では、画素値／付加情報計算回路34は、注目画素の画素値である予測誤差、およびその注目画素の左または上にそれぞれ隣接する、既に復号され、復号画像用メモリ35に記憶されている画素の画素値に基づいて、注目画素の予測に用いられた予測方式を認識し、ステップS55に進む。

【0137】

ステップS55では、画素値／付加情報計算回路34は、ステップS54で認識した予測方式（認識予測方式）に基づいて、注目画素を復号し、リターンする。

【0138】

次に、図17のフローチャートを参照して、図12における画素（予測誤差）dを注目画素とした場合の、図15のステップS43における付加情報抽出／画素復号処理について、さらに説明する。

【0139】

付加情報抽出／画素復号処理では、まず最初に、ステップS61において、埋め込み判定回路33は、注目画素d、その上に隣接する、既に復号された画素B、その左に隣接する、既に復号された画素Cの大小関係を判定することにより、注目画素dへの埋め込みの有無を判定する。なお、ステップS61の処理は、図16のステップS51の処理に対応する。

【0140】

ステップS61において、画素値B, C, dの大小関係として、式 $B < B + d < C$, $C < B + d < B$, $B < C + d < C$ 、または $C < C + d < B$ のうちのいずれかが成り立つと判定された場合、埋め込み判定回路33は、注目画素dへの埋め込みが行われている旨の埋め込み判定信号を、画素値／付加情報計算回路34に出力し、ステップS62に進む。

【0141】

ステップS62では、画素値／付加情報計算回路34は、画素値B, C, dの大小関係を判定し、これにより、注目画素の予測に用いられた予測方式を認識する。

【0142】

即ち、ステップS62において、画素値B, C, dの大小関係として、式 $B < B + d < C$ または $C < B + d < B$ のうちのいずれかが成り立つと判定された場合、ステップS63に進み、画素値／付加情報計算回路34は、画素値Bを予測値とする予測方式が用いられたことを認識し、ステップS64に進む。なお、ステップS62およびS63の処理は、図15のステップS52の処理に対応する。

【0143】

ステップS64では、画素値／付加情報計算回路34は、ステップS63で認識された予測方式（認識予測方式）に基づき、その認識予測方式で予測値とされ

る画素値Bに、注目画素の画素値である予測誤差dを加算することで、注目画素の復号結果としての画素値B+dを得て、復号画像用メモリ35に出力する。さらに、画素値／付加情報計算回路34は、認識予測方式に基づき、付加情報の復号結果として0を得て、付加情報用メモリ36に出力し、リターンする。なお、ステップS64の処理は、図15のステップS53の処理に対応する。

【0144】

また、ステップS62において、画素値B, C, dの大小関係として、式 $B < C + d < C$ または $C < C + d < B$ のうちのいずれかが成り立つと判定された場合、ステップS65に進み、画素値／付加情報計算回路34は、画素値Cを予測値とする予測方式が用いられたことを認識し、ステップS66に進む。なお、ステップS62およびS65の処理は、図15のステップS52の処理に対応する。

【0145】

ステップS66では、画素値／付加情報計算回路34は、ステップS65で認識された予測方式（認識予測方式）に基づき、その認識予測方式で予測値とされる画素値Cに、注目画素の画素値である予測誤差dを加算することで、注目画素の復号結果としての画素値C+dを得て、復号画像用メモリ35に出力する。さらに、画素値／付加情報計算回路34は、認識予測方式に基づき、付加情報の復号結果として1を得て、付加情報用メモリ36に出力し、リターンする。なお、ステップS66の処理は、図15のステップS53の処理に対応する。

【0146】

一方、ステップS61において、画素値B, C, dの大小関係として、式 $B < B + d < C$, $C < B + d < B$, $B < C + d < C$ 、および $C < C + d < B$ のうちのいずれも成り立たないと判定された場合、即ち、式 $B \leq C \leq B + d$, $B + d \leq C < B$, $C + d \leq B \leq C$ 、または $C < B \leq B + d$ のうちのいずれかが成り立つ場合、埋め込み判定回路33は、注目画素dへの埋め込みが行われていない旨の埋め込み判定信号を、画素値／付加情報計算回路34に出力し、ステップS67に進む。

【0147】

ステップS67では、画素値／付加情報計算回路34は、画素値B, C, dの

大小関係を判定することにより、注目画素の予測に用いられた予測方式を認識する。

【0148】

ステップS67において、画素値B, C, dの大小関係として、式 $B \leq C \leq B + d$ または $B + d \leq C < B$ のうちのいずれかが成り立つと判定された場合、ステップS68に進み、画素値／付加情報計算回路34は、画素値Bを予測値とする予測方式が用いられたことを認識し、ステップS69に進む。なお、ステップS67およびS68の処理は、図15のステップS54の処理に対応する。

【0149】

ステップS69では、画素値／付加情報計算回路34は、ステップS68で認識された予測方式（認識予測方式）に基づき、その認識予測方式で予測値とされる画素値Bに、注目画素の画素値である予測誤差dを加算することで、注目画素の復号結果としての画素値 $B + d$ を得て、復号画像用メモリ35に出力し、リターンする。なお、ステップS69の処理は、図15のステップS55の処理に対応する。

【0150】

また、ステップS67において、画素値B, C, dの大小関係として、式 $C + d \leq B \leq C$ 、または $C < B \leq B + d$ のうちのいずれかが成り立つと判定された場合、ステップS70に進み、画素値／付加情報計算回路34は、画素値Cを予測値とする予測方式が用いられたことを認識し、ステップS71に進む。なお、ステップS67およびS70の処理は、図15のステップS54の処理に対応する。

【0151】

ステップS71では、画素値／付加情報計算回路34は、ステップS70で認識された予測方式（認識予測方式）に基づき、その認識予測方式で予測値とされる画素値Cに、注目画素の画素値である予測誤差dを加算することで、注目画素の復号結果としての画素値 $C + d$ を得て、復号画像用メモリ35に出力し、リターンする。なお、ステップS71の処理は、図15のステップS55の処理に対応する。

【0152】

ここで、図18に、画素値B, C, dの大小関係に基づく、符号化データの復号処理のルールを示す。

【0153】

なお、図10に示したように、画素BとCとが一致している場合において、注目画素の左上の画素Aを利用して、注目画素に、付加情報を埋め込むようにしたときには、画素値および付加情報の復号は、やはり、その左上の画素Aを利用して行うことができ、その場合の復号処理のルールを、図19に示す。

【0154】

以上のように、注目画素の予測に用いる予測方式を、付加情報に基づいて選択し、その選択した予測方式に基づいて、注目画素を予測して、その予測値の予測誤差を得るようにしたので、その予測誤差は、上述のように、その予測に用いられた予測方式を認識することで、元の画素値と付加情報に復号することができる。即ち、復号器12では、符号化データを、復号のためのオーバヘッドなしで、元の画像（画像の劣化のない画像）および付加情報に復号することができる。なお、このことは、埋め込み圧縮符号化器11側からすれば、オーバヘッドなしで、完全可逆の圧縮符号化を行うことになる。

【0155】

ここで、上述の場合には、注目画素Dの予測値の予測誤差をdとして、式 $|B - C| > |d|$ が成り立つ場合にのみ、注目画素Dに、付加情報を埋め込むようにしたが、式 $|B - C| = |d|$ が成り立つ場合にも、注目画素Dに、付加情報を埋め込むようにすることが可能である。但し、この場合、注目画素の画素値が、画素値BまたはCと等しく、かつ、予測誤差dが0となるときには、復号器12において、注目画素の予測値として、画素値BまたはCのうちのいずれを用いたかの判定（用いられた予測方式の認識）が困難となる。そこで、本実施の形態では、式 $|B - C| = |d|$ が成り立つ場合には、注目画素への付加情報の埋め込みを行わないようにしている。

【0156】

また、本実施の形態では、注目画素Dに、付加情報を埋め込まない場合には、

画素値BとCのうち、予測誤差dが大きくなる方を、注目画素Dの予測値として用いるようにしたが、これは、次のような理由による。即ち、本実施の形態では、式 $|B-C| > |d|$ が成り立つ場合にのみ、注目画素Dに、付加情報を埋め込むようにしており、さらに、その埋め込みは、注目画素Dの予測に用いる予測方式を、付加情報に基づいて選択することによって行われる。従って、付加情報を埋め込まない場合において、画素値BとCのうち、予測誤差dが小さくなる方を、注目画素Dの予測値として用いるようにすると、式 $|B-C| > |d|$ が成り立つようになり、復号器12において、注目画に対する付加情報の埋め込みの有無の判定が困難となるからである。

【0157】

次に、上述の場合には、埋め込み圧縮符号化器12において、符号化対象の画像に対して、何らかの付加情報を埋め込むようにしたが、埋め込み圧縮符号化器12においては、図20に示すように、符号化対象の画像を、付加情報が埋め込まれる画像（以下、適宜、基盤画像という）と、その基盤画像に埋め込む埋め込み対象画像とに分離し、その埋め込み対象画像を圧縮して付加情報とし、この付加情報を、基盤画像に埋め込んで、符号化データとするようにすることが可能である。そして、この場合、復号器12においては、図21に示すように、符号化データを、元の基盤画像と付加情報に復号し、さらに、付加情報を、元の埋め込み対象画像に復号（伸張）して、基盤画像と結合することにより、元の画像の復号を行うようになることが可能である。

【0158】

そこで、図22は、符号化対象の画像を、基盤画像と埋め込み対象画像とに分離して、基盤画像に、埋め込み対象画像を埋め込む場合の、図1の埋め込み圧縮符号化器11の構成例を示している。

【0159】

なお、図中、図2における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。即ち、図22の埋め込み圧縮符号化器11は、分離回路41、圧縮器42、および付加情報用メモリ43が新たに設けられている他は、図2における場合と同様に構成されている。

【0160】

分離回路41は、フレームメモリ21に記憶された1フレームの画像を、基盤画像と埋め込み対象画像とに最適に分離する。即ち、分離回路41は、基盤画像に対して、埋め込み対象画像を最適に埋め込むことができるよう、フレームメモリ21に記憶された画像を、圧縮器42の出力に基づいて、基盤画像と埋め込み対象画像とに分離する。

【0161】

ここで、最適な埋め込みとは、基盤画像に対する、埋め込み対象画像の埋め込みが次のように行われることを意味する。即ち、基盤画像に埋め込むことのできるデータ量は、その基盤画像を構成する画素数によって異なる。また、基盤画像に埋め込む付加情報のデータ量は、埋め込み対象画像が、圧縮器42で、どの程度圧縮されるかによって異なる。そこで、最適な埋め込みとは、基盤画像に対して、圧縮器42で圧縮された埋め込み対象画像としての付加情報が、過不足なく埋め込まれた状態を意味する。なお、本来は、画像を、1画素単位で、基盤画像と埋め込み画像とに分離するのが望ましいが、ここでは、処理が煩雑になるのを避けるため、分離回路41は、画像を、1水平ライン単位で、基盤画像と埋め込み画像とに分離するものとする。

【0162】

分離回路41で得られた基盤画像を構成する各画素は、埋め込み判定回路22、予測器選択回路23、スイッチ24、予測誤差計算回路26に供給されるようになっており、また、埋め込み対象画像は、圧縮器42に供給されるようになっている。

【0163】

圧縮器42は、分離回路41からの埋め込み対象画像を、例えば、隣接する画素どうしの差分をとり、その差分値をハフマン符号化すること等により圧縮し、付加情報とする。この付加情報は、付加情報用メモリ43に供給されるようになっており、さらに、その付加情報のデータ量は、分離回路41に供給されるようになっている。

【0164】

付加情報用メモリ43は、圧縮器42が出力する付加情報を、一時記憶するようになっており、この付加情報は、例えば、1ビット単位で、予測器選択回路23に供給されるようになっている。

【0165】

次に、図23のフローチャートを参照して、図22の埋め込み圧縮符号化器11の処理について説明する。

【0166】

符号化対象の画像データは、例えば、1フレーム単位で、フレームメモリ21に、順次供給されて記憶される。

【0167】

そして、ある1フレームの画像データが、フレームメモリ21に記憶されると、ステップS81において、分離回路41は、フレームメモリ21に記憶された1フレームの画像を、例えば、最後の1水平ラインと、残りの部分とに分離し、最後の1水平ラインを埋め込み対象画像とするとともに、残りを、基盤画像として、埋め込み対象画像を、圧縮器42に出力する。圧縮器42は、ステップS82において、分離回路41からの埋め込み対象画像を圧縮し、付加情報とする。さらに、圧縮器42は、その付加情報のデータ量を、分離回路41に出力する。

【0168】

分離回路41は、圧縮器42から付加情報のデータ量を受信すると、基盤画像に対し、図9に示したようなルールで埋め込むことのできるデータ量（以下、適宜、埋め込みスペースという）を算出し、ステップS83に進み、埋め込みスペースと、付加情報のデータ量との関係が最適かどうかを判定する。

【0169】

ステップS83において、埋め込みスペースと、付加情報のデータ量との関係が最適でないと判定された場合、即ち、ここでは、埋め込みスペースが、付加情報のデータ量に対して大である場合、ステップS84に進み、分離回路41は、埋め込み対象画像の水平ライン数が、例えば、1水平ラインだけ増えるように、フレームメモリ21に記憶された画像を分離する分離点を変更する。そして、ステップS81に戻り、分離回路41は、ステップS84で変更された分離点で、

フレームメモリ21に記憶された画像を分離し、以下、同様の処理を繰り返す。

【0170】

一方、ステップS83において、埋め込みスペースと、付加情報のデータ量との関係が最適であると判定された場合、即ち、ここでは、付加情報のデータ量が、埋め込みスペースを超えない範囲で最大となった場合、分離回路41は、そのときの基盤画像を、埋め込み判定回路22、予測器選択回路23、スイッチ24、および予測誤差計算回路26に出力する。さらに、圧縮器42は、付加情報を、付加情報用メモリ43に供給して記憶させる。

【0171】

そして、ステップS85乃至S89に順次進み、図6のステップS1乃至S5における場合とそれぞれ同様の処理が行われ、処理を終了する。

【0172】

なお、図6のステップS3に対応する図23のステップS87では、フレームメモリ21に記憶された画像を構成するすべての画素が注目画素とされたかどうかではなく、分離回路41で得られた基盤画像を構成するすべての画素が注目画素とされたかどうかが判定される。また、図6のステップS1に対応する図23のステップS85では、基盤画像から注目画素が選択される。

【0173】

ここで、図23の処理も、例えば、図6の処理と同様に、フレームメモリ21に1フレームの画像データが記憶されるごとに行われる。

【0174】

次に、図22の埋め込み圧縮符号化器11には、図23ではなく、図24のフローチャートにしたがった処理を行わせることも可能である。

【0175】

即ち、この場合、ステップS91において、分離回路41は、フレームメモリ21に記憶された1フレームの画像を、例えば、最後の1水平ラインと、残りの部分とに分離し、最後の1水平ラインを埋め込み対象画像とするとともに、残りを、基盤画像として、埋め込み対象画像を、圧縮器42に出力する。圧縮器42は、ステップS92において、分離回路41からの埋め込み対象画像を圧縮し、

付加情報として、付加情報用メモリ43に供給して記憶させる。

【0176】

そして、以下、ステップS93乃至S95に進み、図23のステップS85乃至S87における場合とそれぞれ同様の処理が行われ、これにより、基盤画像に対して、付加情報用メモリ43に記憶された付加情報すべてが埋め込まれ、予測誤差保存用メモリ27には、基盤画像の予測値の予測誤差でなる予測誤差画像が記憶される。

【0177】

その後、ステップS96に進み、予測誤差画像とされた基盤画像を構成する画素のうち、付加情報の埋め込みが可能なものが残っているかどうか、即ち、埋め込みスペースが余っているかどうかが判定される。ステップS96において、埋め込みスペースが余っていると判定された場合、ステップS97に進み、分離回路41は、図23のステップS84における場合と同様に、埋め込み対象画像の水平ライン数が、例えば、1水平ラインだけ増えるように、フレームメモリ21に記憶された画像を分離する分離点を変更する。そして、ステップS91に戻り、分離回路41は、ステップS97で変更された分離点で、フレームメモリ21に記憶された画像を分離し、以下、同様の処理を繰り返す。

【0178】

一方、ステップS96において、埋め込みスペースが余っていないと判定された場合、即ち、埋め込みスペースが足りない場合、ステップS98に進み、エントロピー符号化回路28は、予測誤差保存用メモリ27に記憶された、前回得られた予測誤差画像を読み出し、エントロピー符号化する。さらに、エントロピー符号化回路28は、ステップS99において、その結果得られる符号化データを出力し、処理を終了する。

【0179】

なお、図24の処理も、例えば、フレームメモリ21に1フレームの画像データが記憶されることに行われる。

【0180】

次に、図25は、図22の埋め込み圧縮符号化器12が出力する符号化データ

を、元の画像データに復号する、図1の復号器12の構成例を示している。

【0181】

なお、図中、図11における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は適宜省略する。即ち、図25の復号器12は、伸張器51および結合器52が新たに設けられている他は、図11における場合と同様に構成されている。

【0182】

伸張器51は、付加情報用メモリ36に記憶された付加情報を復号（伸張）し、元の埋め込み対象画像として、結合器52に供給する。結合器52は、伸張器51からの埋め込み対象画像を、復号画像用メモリ35に書き込み、これにより、復号画像用メモリ35に記憶された、復号された基盤画像と埋め込み対象画像とを結合して、元の1フレームの画像を再構成する。

【0183】

次に、図26のフローチャートを参照して、図25の復号器12の処理について説明する。

【0184】

ステップS101乃至S104では、図15のステップS41乃至S44における場合とそれぞれ同様の処理が行われる。そして、ステップS104において、符号化データをエントロピー復号した予測誤差画像を構成する画素すべてを、注目画素としたと判定された場合、即ち、復号画像用メモリ35に、復号された基盤画像が記憶されるとともに、付加情報用メモリ36に、その基盤画像に埋め込まれていた付加情報が記憶された場合、ステップS105に進み、伸張器51は、付加情報用メモリ36に記憶された付加情報を、埋め込み対象画像に復号し、結合器52に供給する。結合器52は、ステップS106において、伸張器51からの埋め込み対象画像を、復号画像用メモリ35に書き込むことにより、復号された基盤画像と埋め込み対象画像とを結合して、元の1フレームの画像を、復号画像用メモリ35の中に再構成する。そして、ステップS107に進み、復号画像用メモリ35に記憶された、再構成された画像が読み出されて出力され、処理を終了する。

【0185】

ここで、本件発明者が行ったシミュレーションにより得られた、図22の埋め込み圧縮符号化器11により画像を処理した場合の圧縮率と、従来の予測符号化による圧縮率とを、図27に示す。なお、従来の予測符号化による圧縮率とは、注目画素の左側に隣接する画素を予測値として予測誤差を求め、その予測誤差をハフマン符号化した場合の圧縮率である。

【0186】

図27から、画像#1および#2のいずれについても、図22の埋め込み圧縮符号化器11により画像を処理した場合の方が、従来の予測符号化を行った場合に比較して、圧縮率が向上していることが分かる。

【0187】

なお、上述の場合には、埋め込み対象画像を圧縮して付加情報とし、基盤画像に埋め込むようにしたが、埋め込み対象画像は、そのまま付加情報として、基盤画像に埋め込むことも可能である。

【0188】

次に、上述した一連の処理は、ハードウェアにより行うこともできるし、ソフトウェアにより行うこともできる。一連の処理をソフトウェアによって行う場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、汎用のコンピュータ等にインストールされる。

【0189】

そこで、図28は、上述した一連の処理を実行するプログラムがインストールされるコンピュータの一実施の形態の構成例を示している。

【0190】

プログラムは、コンピュータに内蔵されている記録媒体としてのハードディスク105やROM103に予め記録しておくことができる。

【0191】

あるいはまた、プログラムは、フロッピーディスク、CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory), MO(Magneto optical)ディスク、DVD(Digital Versatile Disc)、磁気ディスク、半導体メモリなどのリムーバブル記録媒体111に、一時的

あるいは永続的に格納（記録）しておくことができる。このようなリムーバブル記録媒体111は、いわゆるパッケージソフトウェアとして提供することができる。

【0192】

なお、プログラムは、上述したようなリムーバブル記録媒体111からコンピュータにインストールする他、ダウンロードサイトから、デジタル衛星放送用の人工衛星を介して、コンピュータに無線で転送したり、LAN(Local Area Network)、インターネットといったネットワークを介して、コンピュータに有線で転送し、コンピュータでは、そのようにして転送されてくるプログラムを、通信部108で受信し、内蔵するハードディスク105にインストールすることができる。

【0193】

コンピュータは、CPU(Central Processing Unit)102を内蔵している。CPU102には、バス101を介して、入出力インターフェース110が接続されており、CPU102は、入出力インターフェース110を介して、ユーザによって、キーボードやマウス等で構成される入力部107が操作されることにより指令が入力されると、それにしたがって、ROM(Read Only Memory)103に格納されているプログラムを実行する。あるいは、また、CPU102は、ハードディスク105に格納されているプログラム、衛星若しくはネットワークから転送され、通信部108で受信されてハードディスク105にインストールされたプログラム、またはドライブ109に装着されたリムーバブル記録媒体111から読み出されてハードディスク105にインストールされたプログラムを、RAM(Random Access Memory)104にロードして実行する。これにより、CPU102は、上述したフローチャートにしたがった処理、あるいは上述したブロック図の構成により行われる処理を行う。そして、CPU102は、その処理結果を、必要に応じて、例えば、入出力インターフェース110を介して、LCD(Liquid Crystal Display)やスピーカ等で構成される出力部106から出力、あるいは、通信部108から送信、さらには、ハードディスク105に記録等させる。

【0194】

ここで、本明細書において、コンピュータに各種の処理を行わせるためのプログラムを記述する処理ステップは、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に処理する必要はなく、並列的あるいは個別に実行される処理（例えば、並列処理あるいはオブジェクトによる処理）も含むものである。

【0195】

また、プログラムは、1のコンピュータにより処理されるものであっても良いし、複数のコンピュータによって分散処理されるものであっても良い。さらに、プログラムは、遠方のコンピュータに転送されて実行されるものであっても良い。

【0196】

なお、本実施の形態では、注目画素の左や、上、左上に隣接する画素を、注目画素の予測値として用いるようにしたが、注目画素の予測値としては、その他の画素（例えば、注目画素に対して、空間的または時間的に近い位置にある画素）を用いることも可能である。

【0197】

さらに、注目画素の予測値としては、その左や、上、左上に隣接する画素そのものではなく、例えば、それらから線形予測を行うことにより得られる値等を用いることも可能である。

【0198】

また、本実施の形態では、2つの予測方式を用意し、付加情報によって、いずれの予測方式を用いるかを選択するようにしたが、予測方式は、3以上のN個用意することが可能であり、その場合には、1の画素に対して、付加情報を、 $1 \circ g_2 N$ ビット単位で埋め込むことが可能となる。

【0199】

さらに、本実施の形態では、画像に付加情報を埋め込むようにしたが、その他、例えば、オーディオデータやプログラム等に、付加情報を埋め込むようにすることも可能である。

【0200】

【発明の効果】

本発明の埋め込み装置および埋め込み方法、並びに第1の記録媒体によれば、第1のデータのうちの注目している注目データの予測値を予測する予測方式が、第2のデータに基づいて選択され、その予測方式によって注目データを予測することにより、予測値が求められるとともに、注目データに、第2のデータが埋め込まれる。そして、予測値の予測誤差を求められ、符号化データとして出力される。従って、完全可逆の埋め込みの実現が可能となる。

【0201】

本発明の復号装置および復号方法、並びに第2の記録媒体によれば、符号化データのうちの注目している注目データから、第1のデータの予測値の予測に用いられた予測方式が認識され、その予測方式に基づいて、注目データが、元の第1のデータに復号されるとともに、注目データに埋め込まれていた第2のデータが復号される。従って、符号化データを、オーバーヘッドなしで、第1および第2のデータに復号することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明を適用した埋め込み圧縮／復号システムの一実施の形態の構成例を示す図である。

【図2】

図1の埋め込み圧縮符号化器11の構成例を示すブロック図である。

【図3】

図2の埋め込み判定回路22の処理を説明するための図である。

【図4】

注目画素への付加情報の埋め込みが可能な場合を示す図である。

【図5】

注目画素への付加情報の埋め込みが付加の場合を示す図である。

【図6】

図2の埋め込み圧縮符号化器11の処理を説明するためのフローチャートである。

【図7】

図6のステップS2の処理の詳細を説明するためのフローチャートである。

【図8】

図6のステップS2の処理のより詳細を説明するためのフローチャートである

【図9】

図2の埋め込み圧縮符号化器11の処理のルールを示す図である。

【図10】

図2の埋め込み圧縮符号化器11の処理のルールを示す図である。

【図11】

図1の復号器12の構成例を示すブロック図である。

【図12】

図11の埋め込み判定回路33の処理を説明するための図である。

【図13】

画素に付加情報が埋め込まれている場合の、その画素と付加情報の復号方法を説明するための図である。

【図14】

画素に付加情報が埋め込まれていない場合の、その画素の復号方法を説明するための図である。

【図15】

図11の復号器12の処理を説明するためのフローチャートである。

【図16】

図15のステップS43の処理の詳細を説明するためのフローチャートである

【図17】

図15のステップS43の処理のより詳細を説明するためのフローチャートである。

【図18】

図11の復号器12の処理のルールを示す図である。

【図19】

図1 1 の復号器 1 2 の処理のルールを示す図である。

【図2 0】

画像の一部に、その残りを埋め込む処理を説明するための図である。

【図2 1】

画像の一部に、その残りが埋め込まれたものを復号する処理を説明するための図である。

【図2 2】

図1 の埋め込み圧縮符号化器 1 1 の他の構成例を示すブロック図である。

【図2 3】

図2 2 の埋め込み圧縮符号化器 1 1 の処理を説明するためのフローチャートである。

【図2 4】

図2 2 の埋め込み圧縮符号化器 1 1 の処理を説明するためのフローチャートである。

【図2 5】

図1 の復号器 1 2 の他の構成例を示すブロック図である。

【図2 6】

図2 5 の復号器 1 2 の処理を説明するためのフローチャートである。

【図2 7】

本件発明者によるシミュレーション結果を示す図である。

【図2 8】

本発明を適用したコンピュータの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

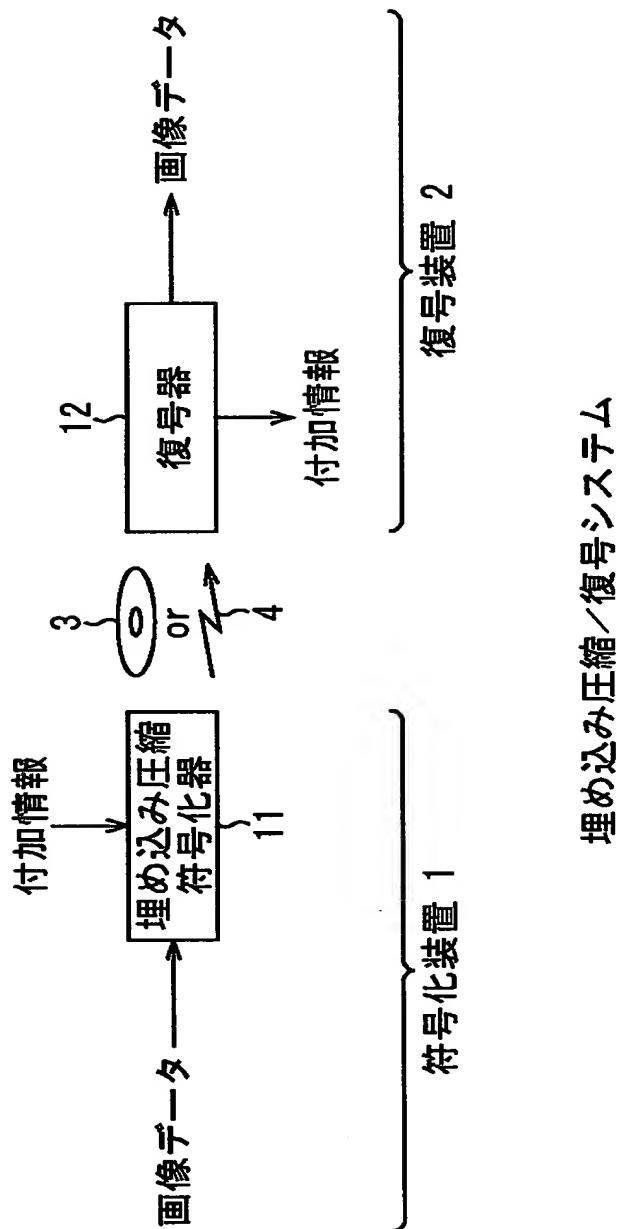
【符号の説明】

1 符号化装置, 2 復号装置, 3 記録媒体, 4 伝送媒体, 11 埋め込み圧縮符号化器, 12 復号器, 21 フレームメモリ, 22 埋め込み判定回路, 23 予測器選択回路, 24 スイッチ, 24A, 24B 端子, 25A, 25B 予測器, 26 予測誤差計算回路, 27 予測誤差保存用メモリ, 28 エントロピー符号化回路, 31 フレームメ

モリ, 32 エントロピー復号回路, 33 埋め込み判定回路, 34 画
素値／付加情報計算回路, 35 復号画像用メモリ, 36 付加情報用メモ
リ, 41 分離回路, 42 圧縮器, 43 付加情報用メモリ, 51
伸張器, 52 結合器, 101 バス, 102 CPU, 103 ROM,
104 RAM, 105 ハードディスク, 106 出力部, 107 入力
部, 108 通信部, 109 ドライブ, 110 入出力インターフェース
, 111 リムーバブル記録媒体

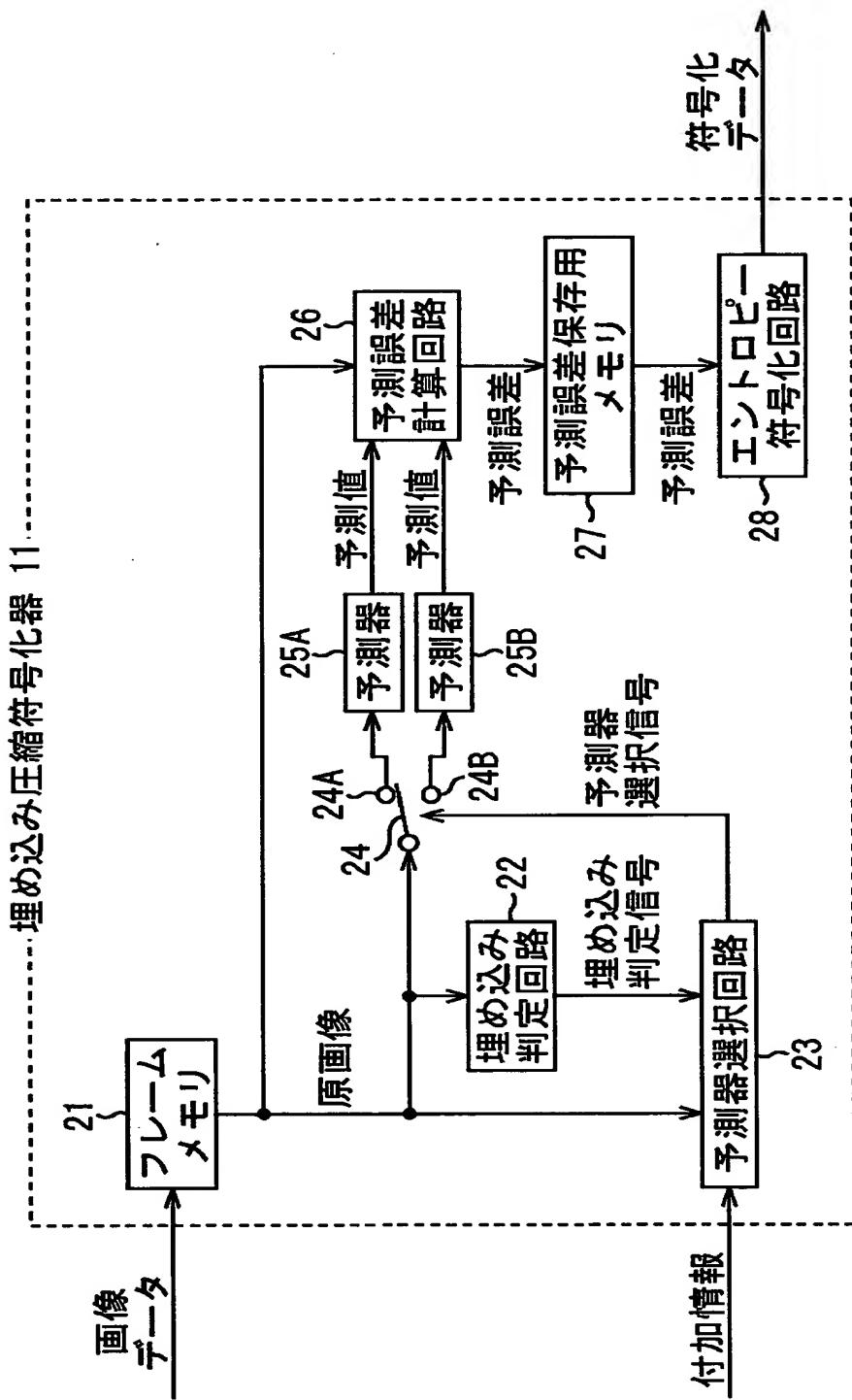
【書類名】図面

【図1】

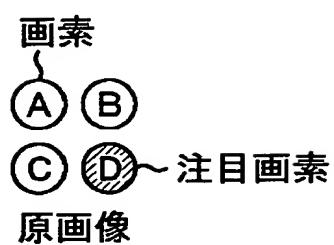


埋め込み圧縮／復号システム

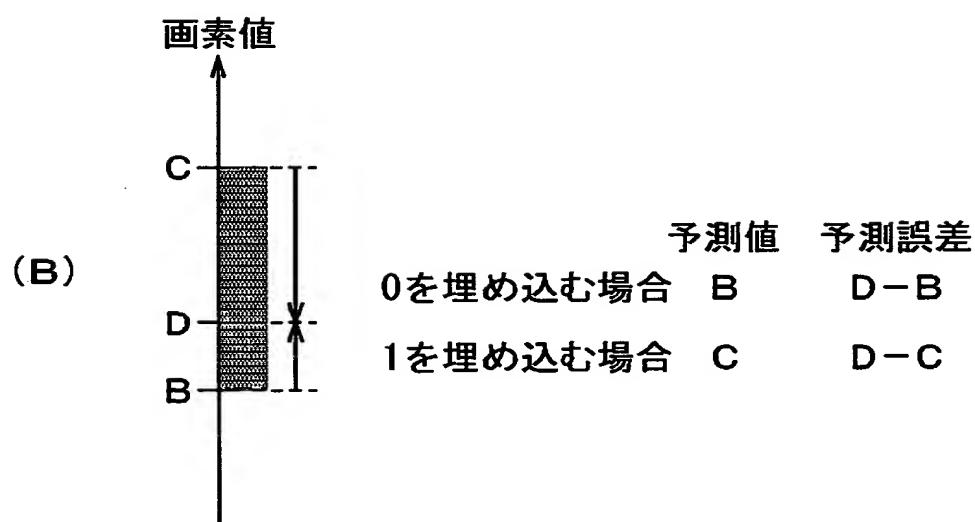
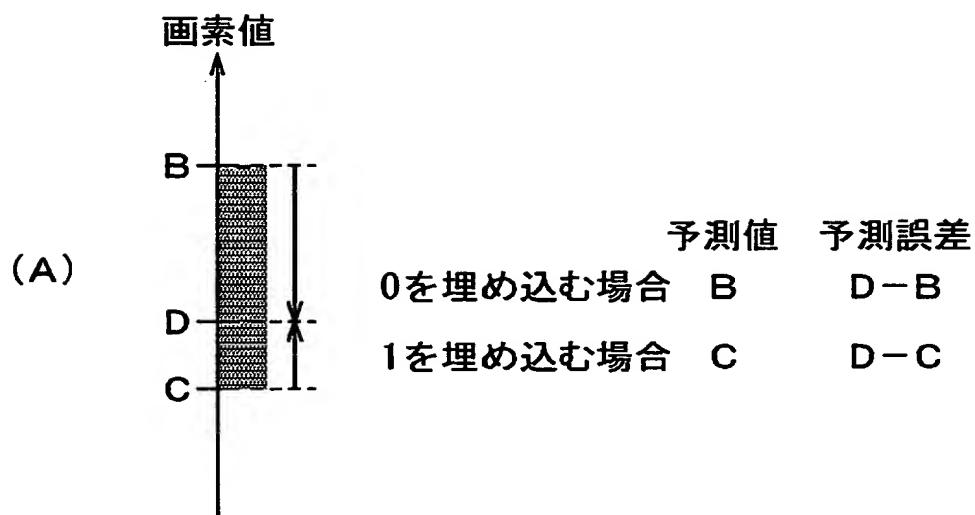
【図2】



【図3】

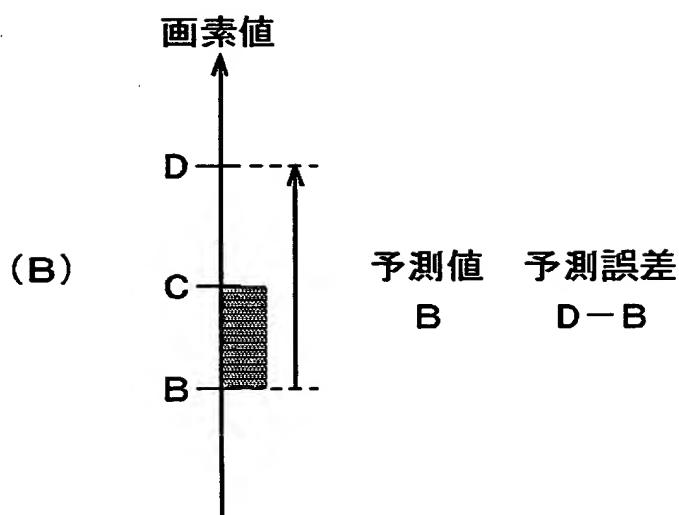
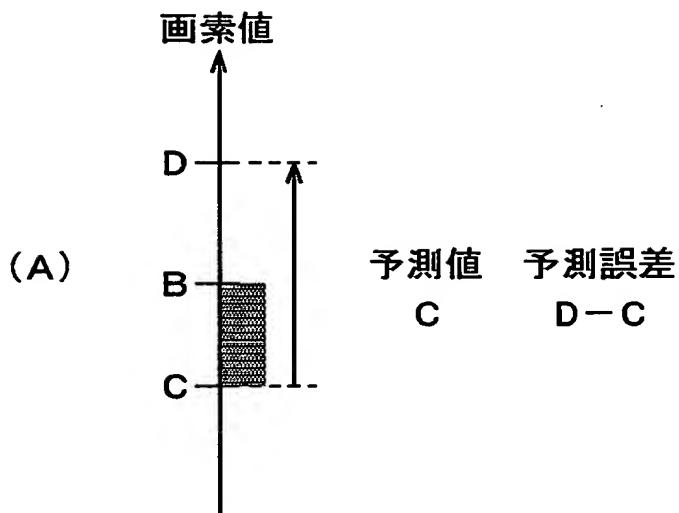


【図4】



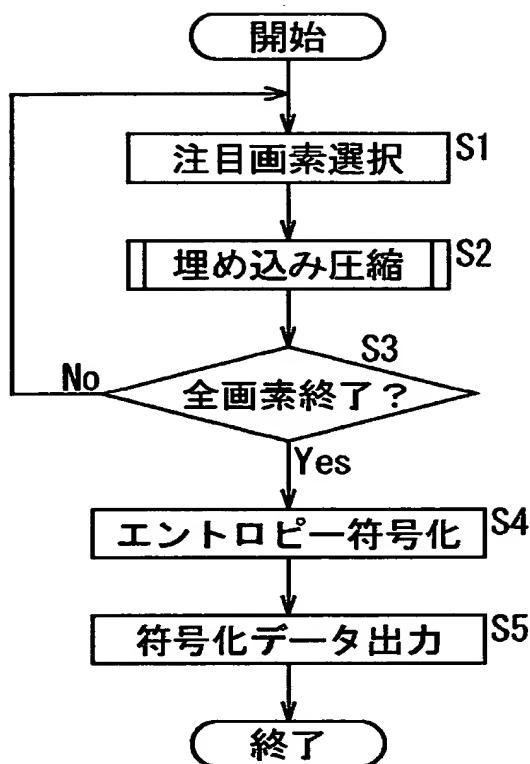
埋め込み可能な場合の例

【図5】

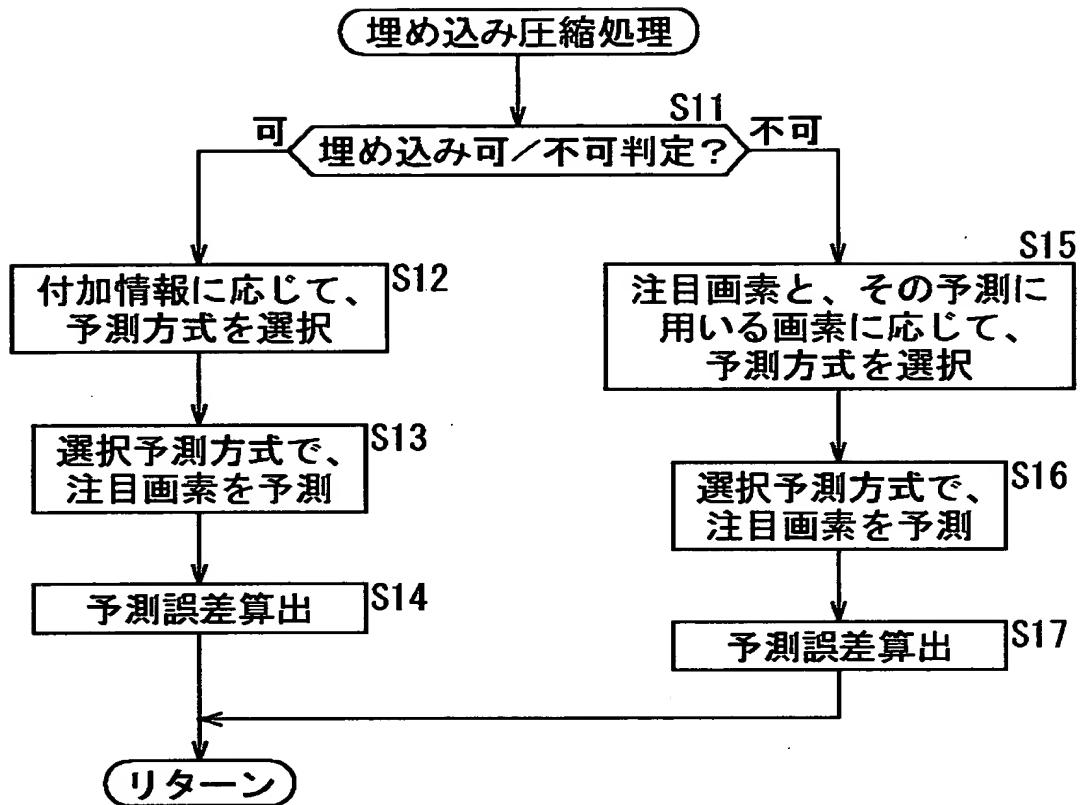


埋め込み不可の場合の例

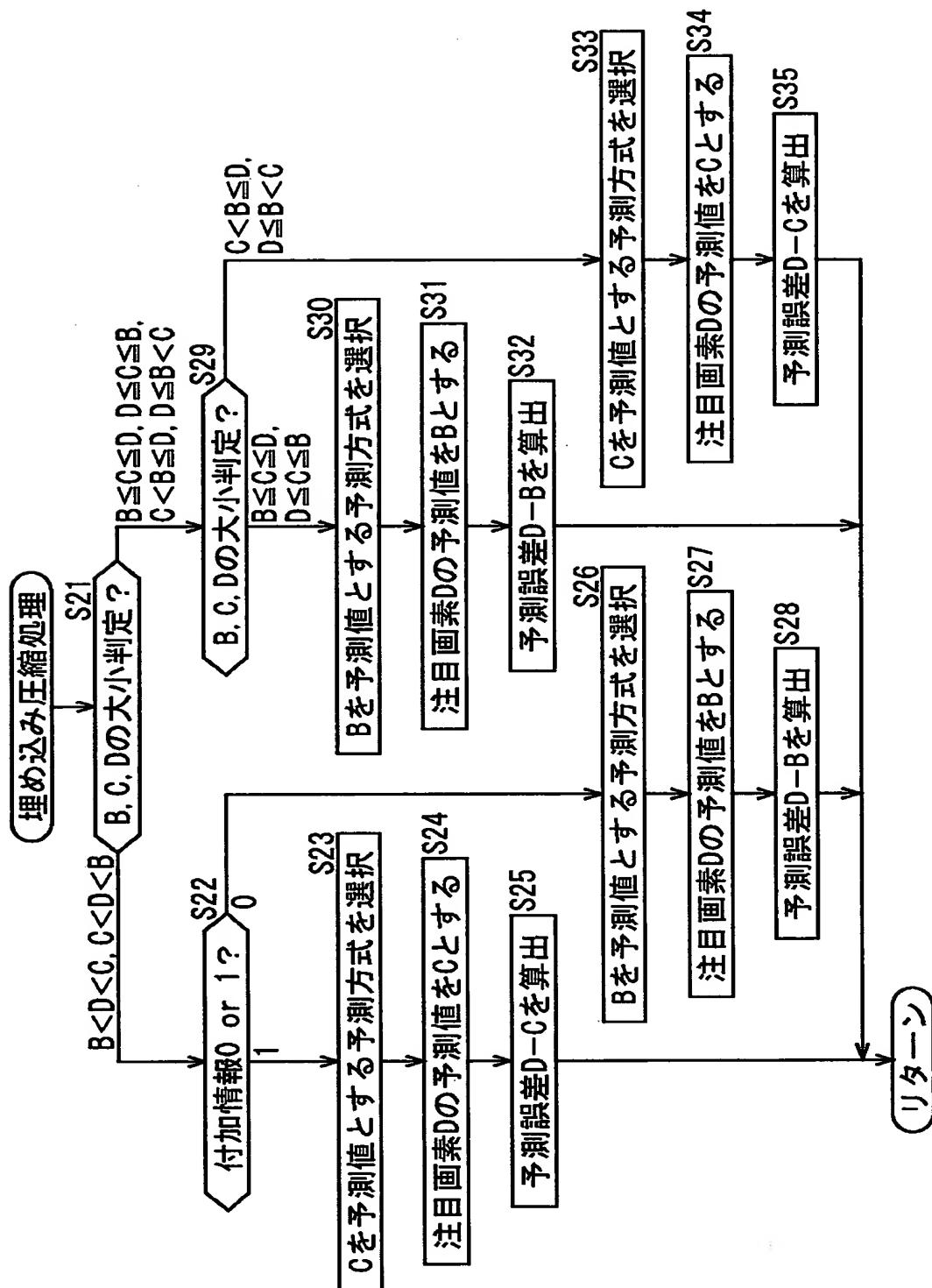
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

埋め込み圧縮のルール

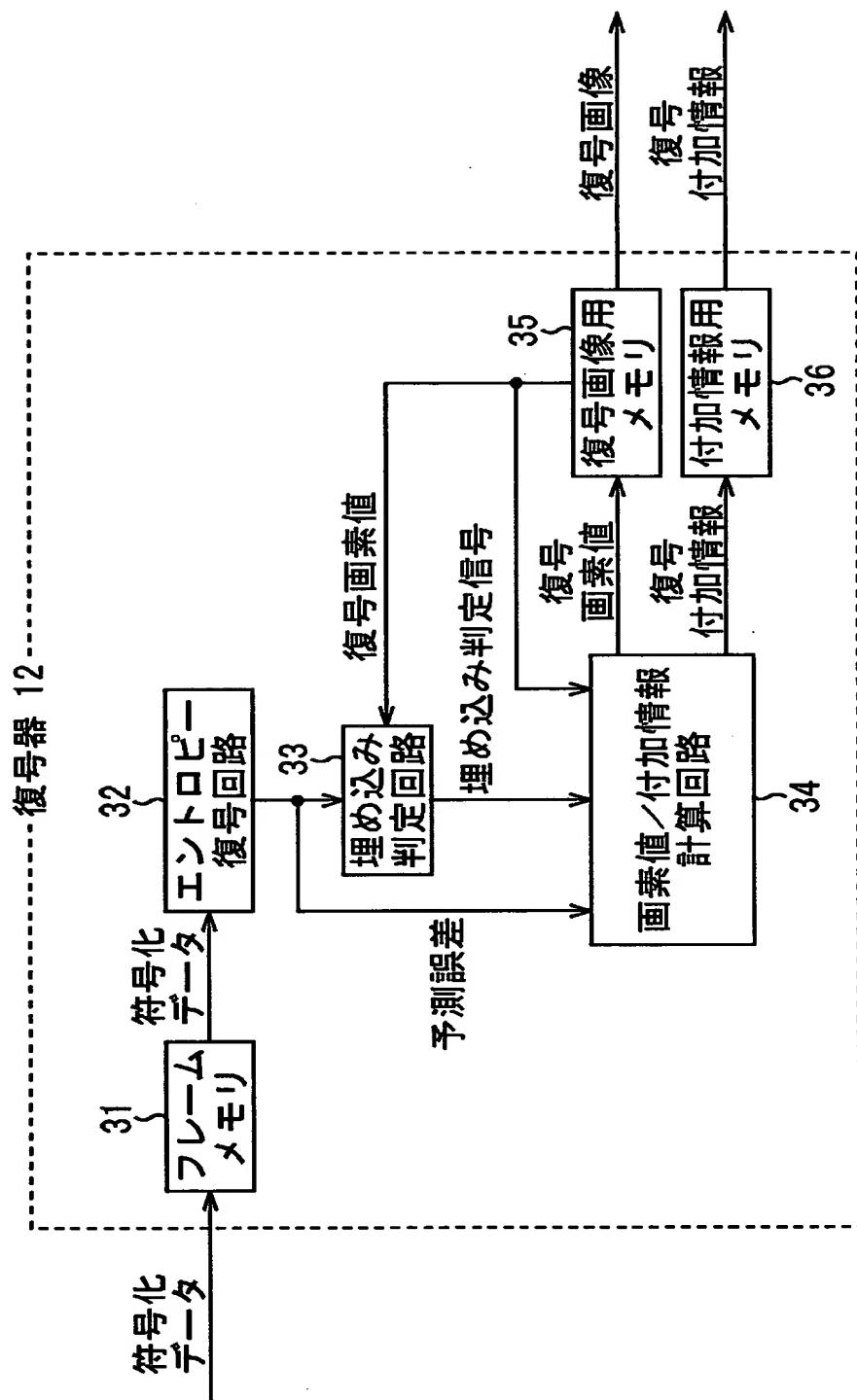
B, C, Dの関係		埋め込み判定	付加情報	予測値	予測誤差
B ≠ C	B < D < C or C < D < B	可	0	B	D - B
	1		C	D - C	
	B < C ≤ D or D ≤ C < B	不可	—	B	D - B
	C < B ≤ D or D ≤ B < C	不可	—	C	D - C
B = C	—	不可	—	B	D - B

【図10】

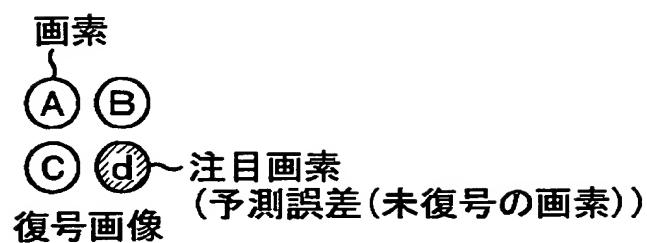
埋め込み圧縮のルール

A, B, C, Dの関係		埋め込み判定	付加情報	予測値	予測誤差
B ≠ C	B < D < C or C < D < B	可	0	B	D - B
			1	C	D - C
	B < C ≤ D or D ≤ C < B	不可	—	B	D - B
	C < B ≤ D or D ≤ B < C	不可	—	C	D - C
	A < D < B or B < D < A	可	0	A	D - A
			1	B	D - B
A ≠ B = C	A < B ≤ D or D ≤ B < A	不可	—	A	D - A
	B < A ≤ D or D ≤ A < B	不可	—	B	D - B
	—	不可	—	A	D - A

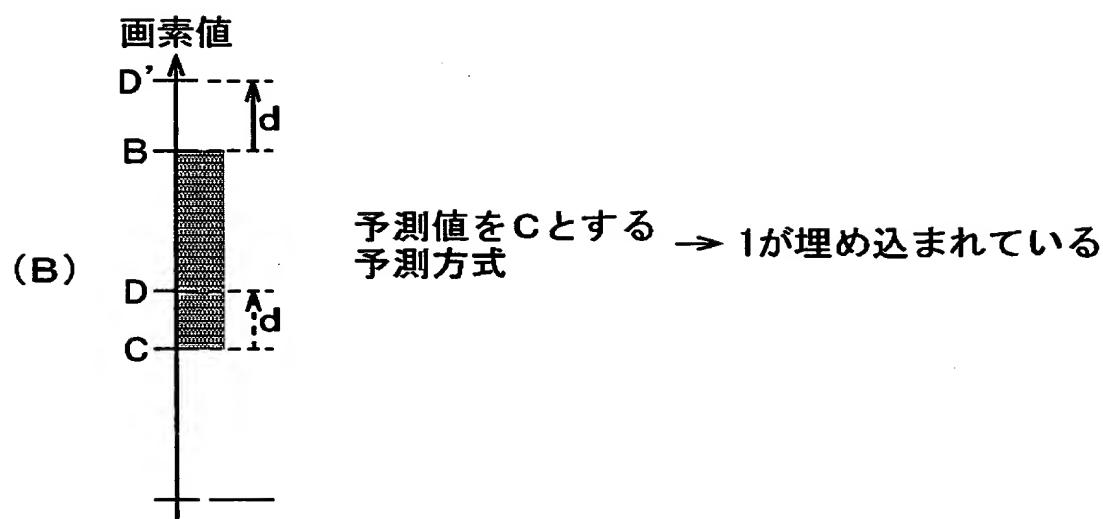
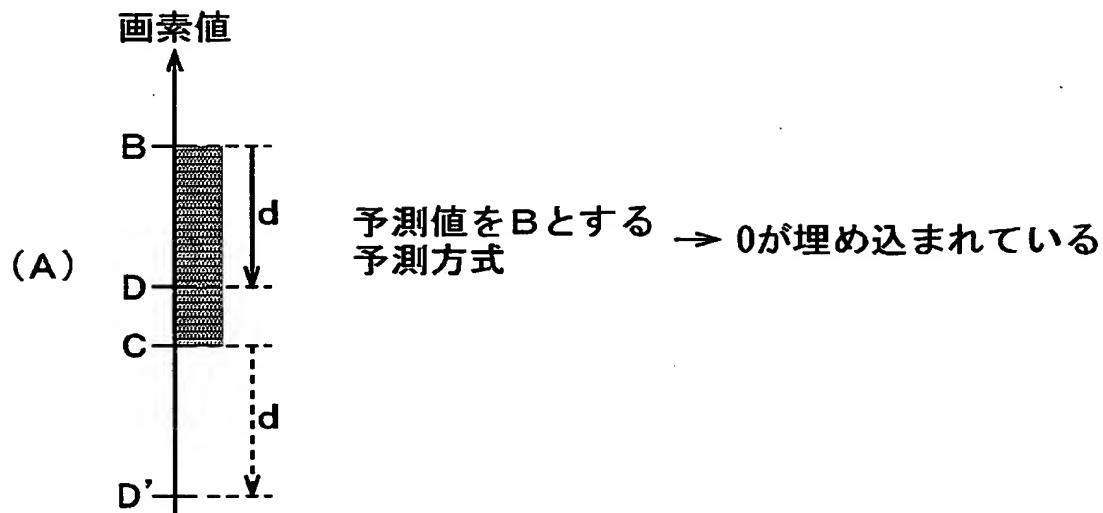
【図11】



【図12】

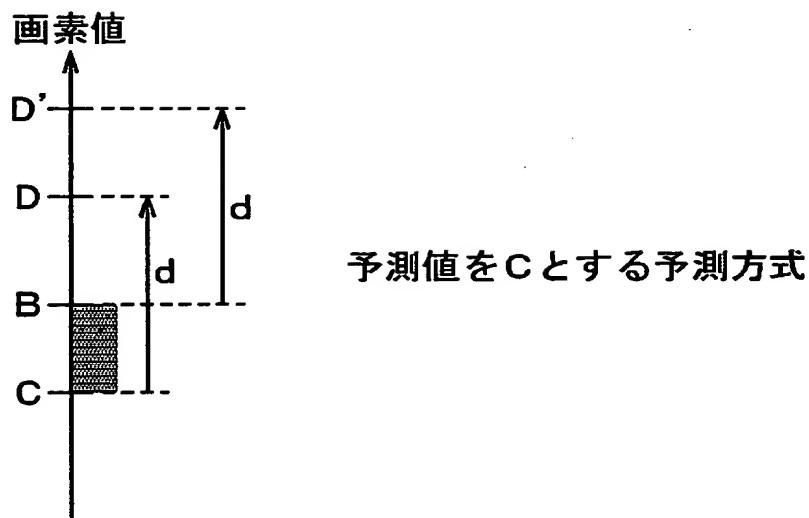


【図13】



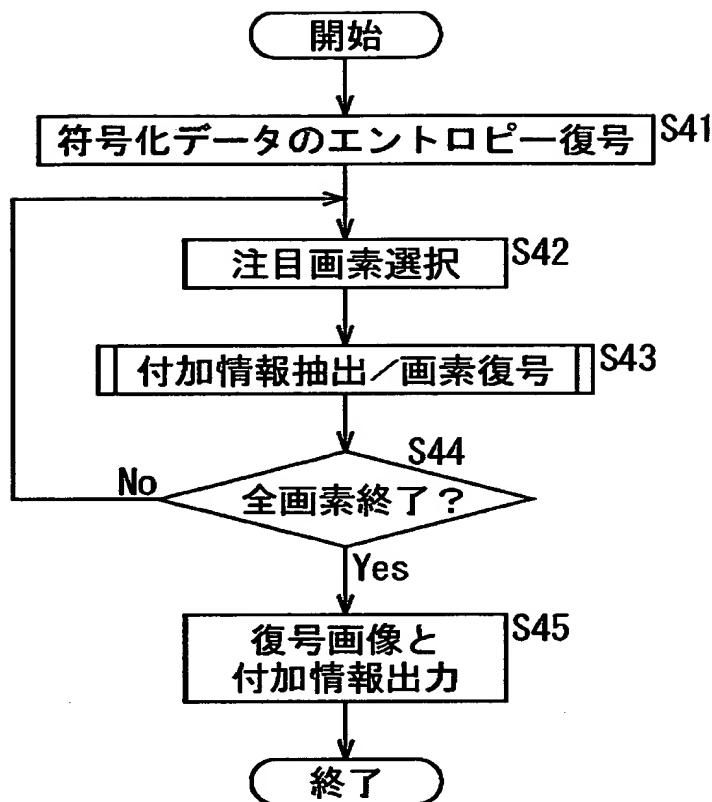
付加情報が埋め込まれている場合の例

【図14】

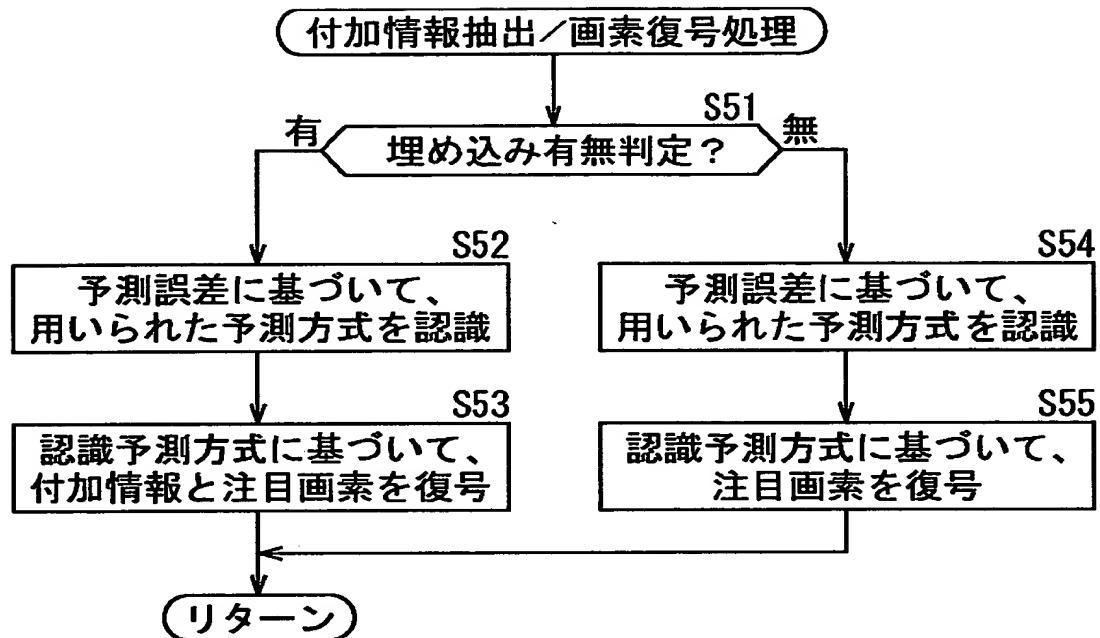


付加情報が埋め込まれていない場合の例

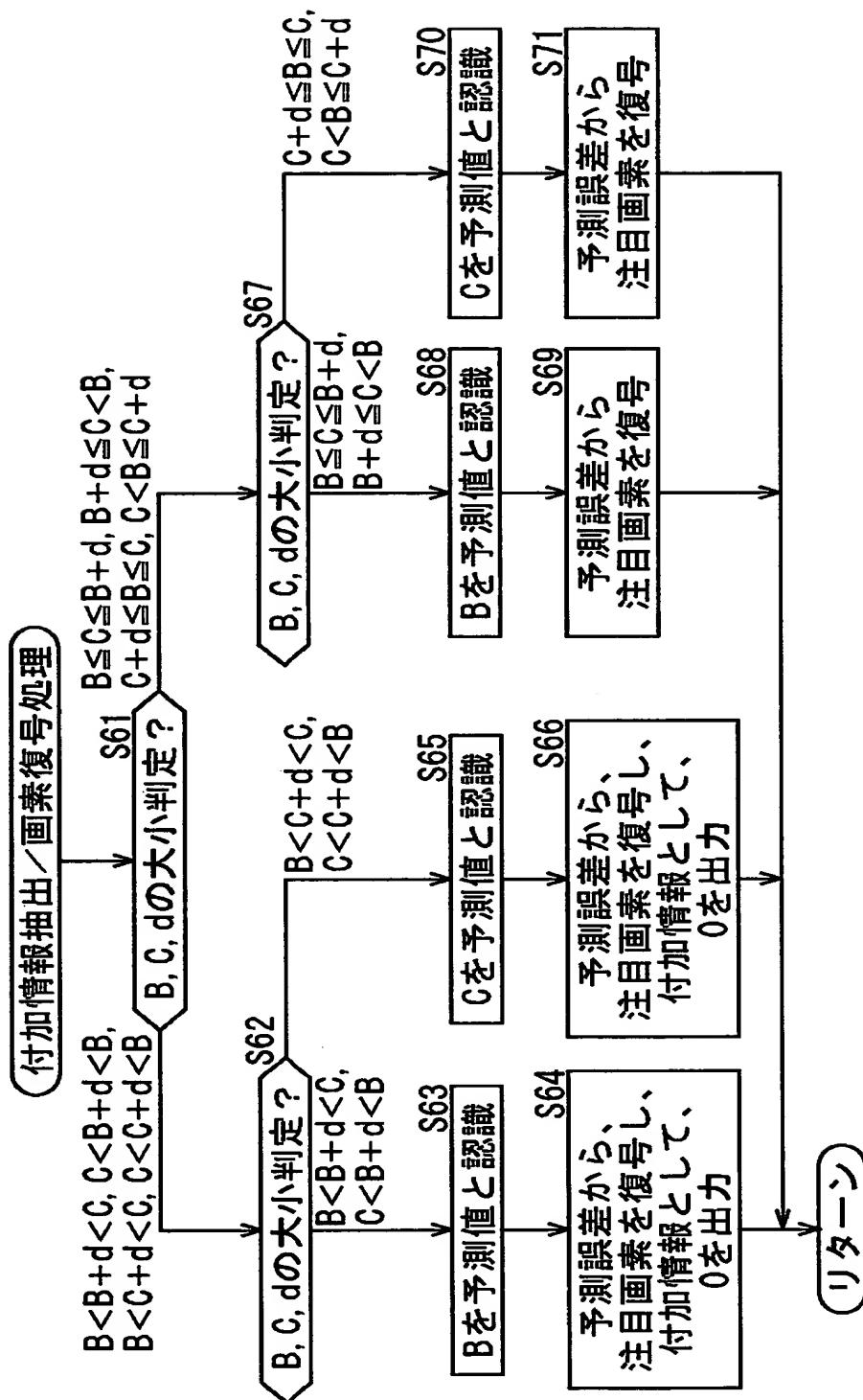
【図15】



【図16】



【図17】



【図18】

復号のルール

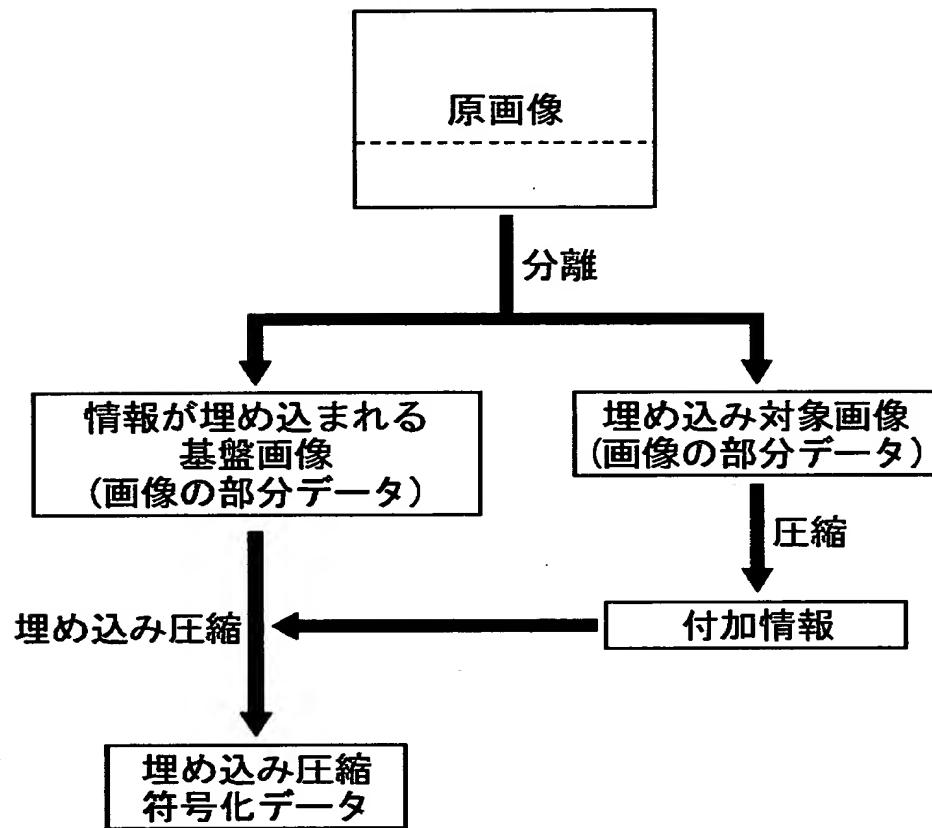
B, C, dの関係		埋め込み判定	付加情報	復号値
$B \neq C$	$B < B+d < C$ or $C < B+d < B$	有り	0	$B+d$
	$B < C+d < C$ or $C < C+d < B$	有り	1	$C+d$
	$B < C \leq B+d$ or $B+d \leq C < B$	無し	—	$B+d$
	$C+d \leq B < C$ or $C < B \leq C+d$	無し	—	$C+d$
$B=C$	—	無し	—	$B+d$

【図19】

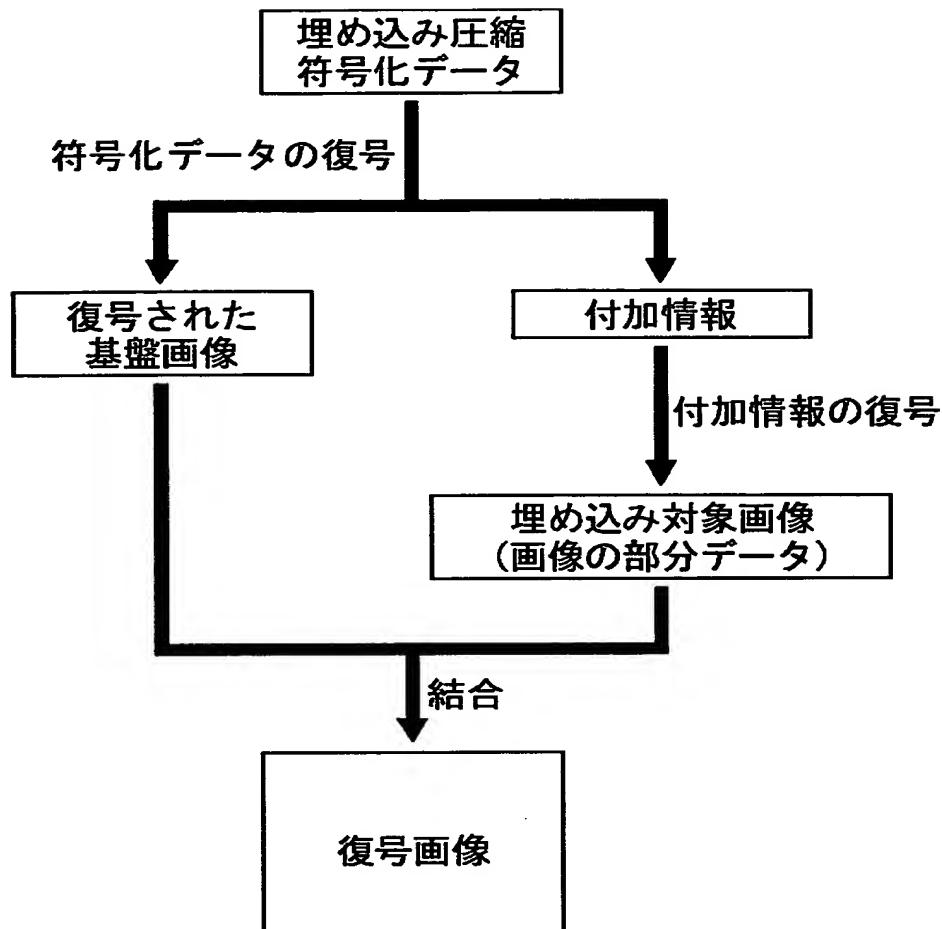
復号のルール

A, B, C, dの関係	埋め込み判定	付加情報	復号値
$B \neq C$	$B < B+d < C$ or $C < B+d < B$	有り	0 B+d
	$B < C+d < C$ or $C < C+d < B$	有り	1 C+d
	$B < C \leq B+d$ or $B+d \leq C < B$	無し	— B+d
	$C+d \leq B < C$ or $C < B \leq C+d$	無し	— C+d
$A \neq B=C$	$A < A+d < B$ or $B < A+d < A$	有り	0 A+d
	$A < B+d < B$ or $B < B+d < A$	有り	1 B+d
	$A < B \leq A+d$ or $A+d \leq B < A$	無し	— A+d
	$B+d \leq A < B$ or $B < A \leq B+d$	無し	— B+d
$A=B=C$	—	無し	— A+d

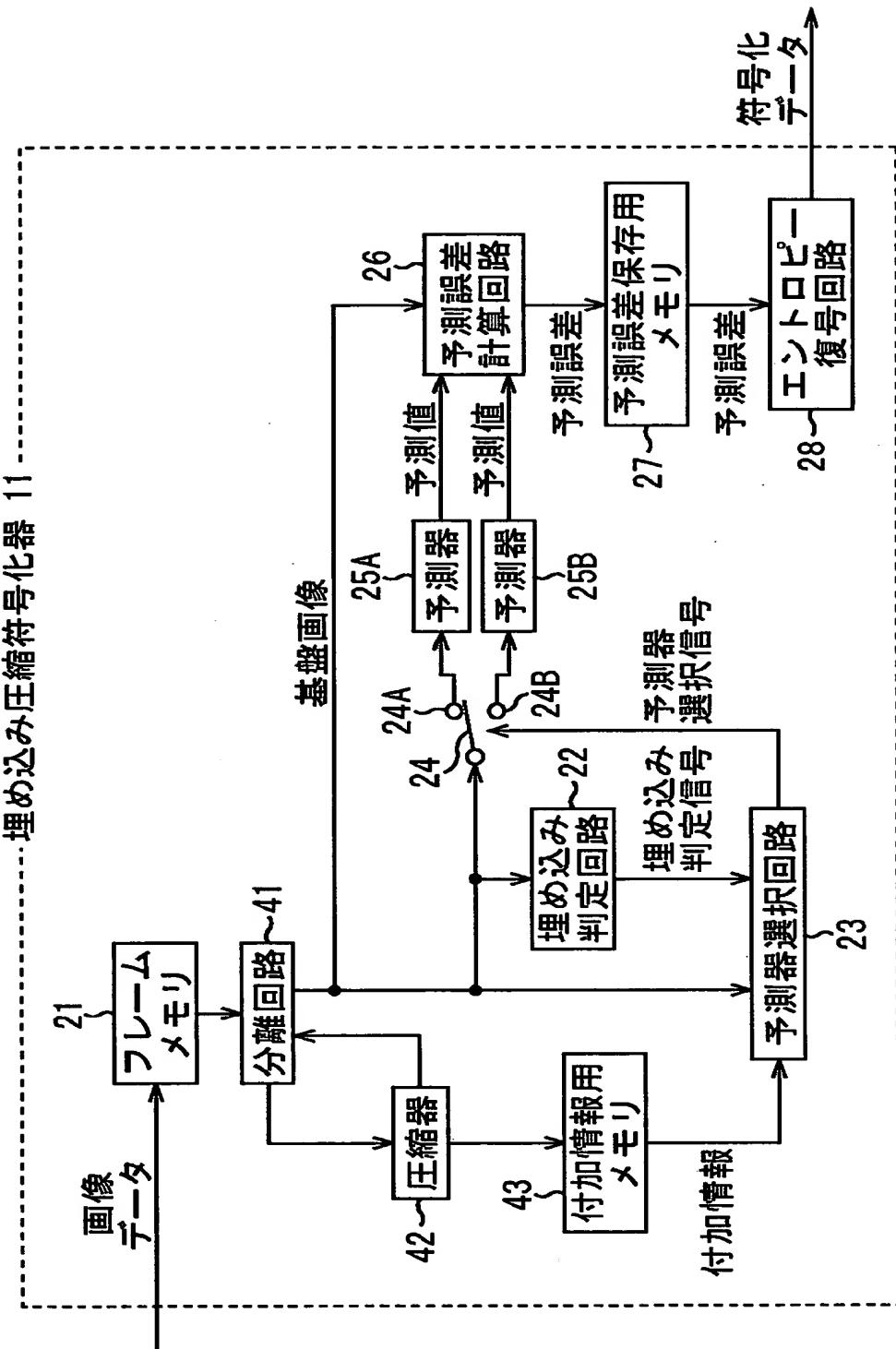
【図20】



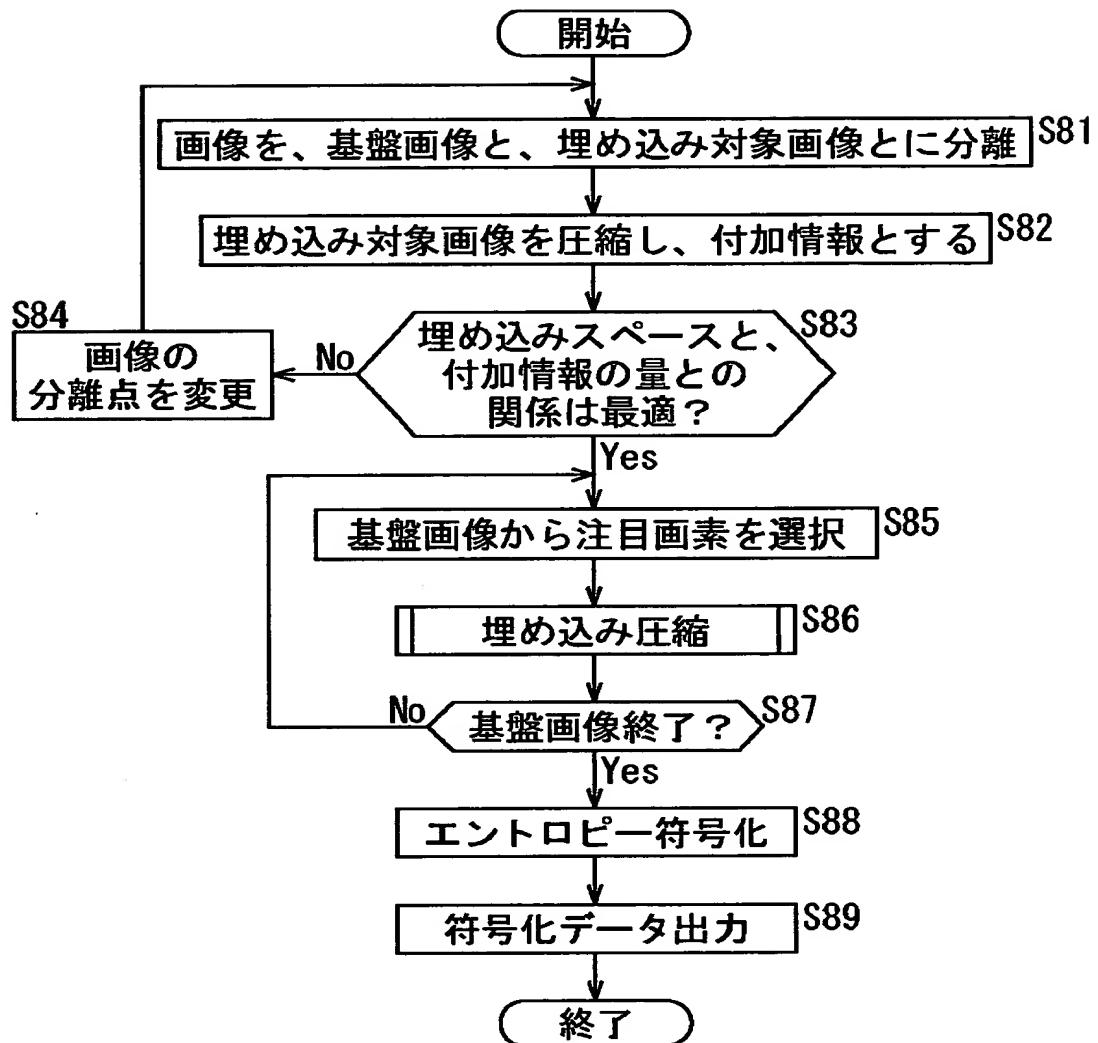
【図21】



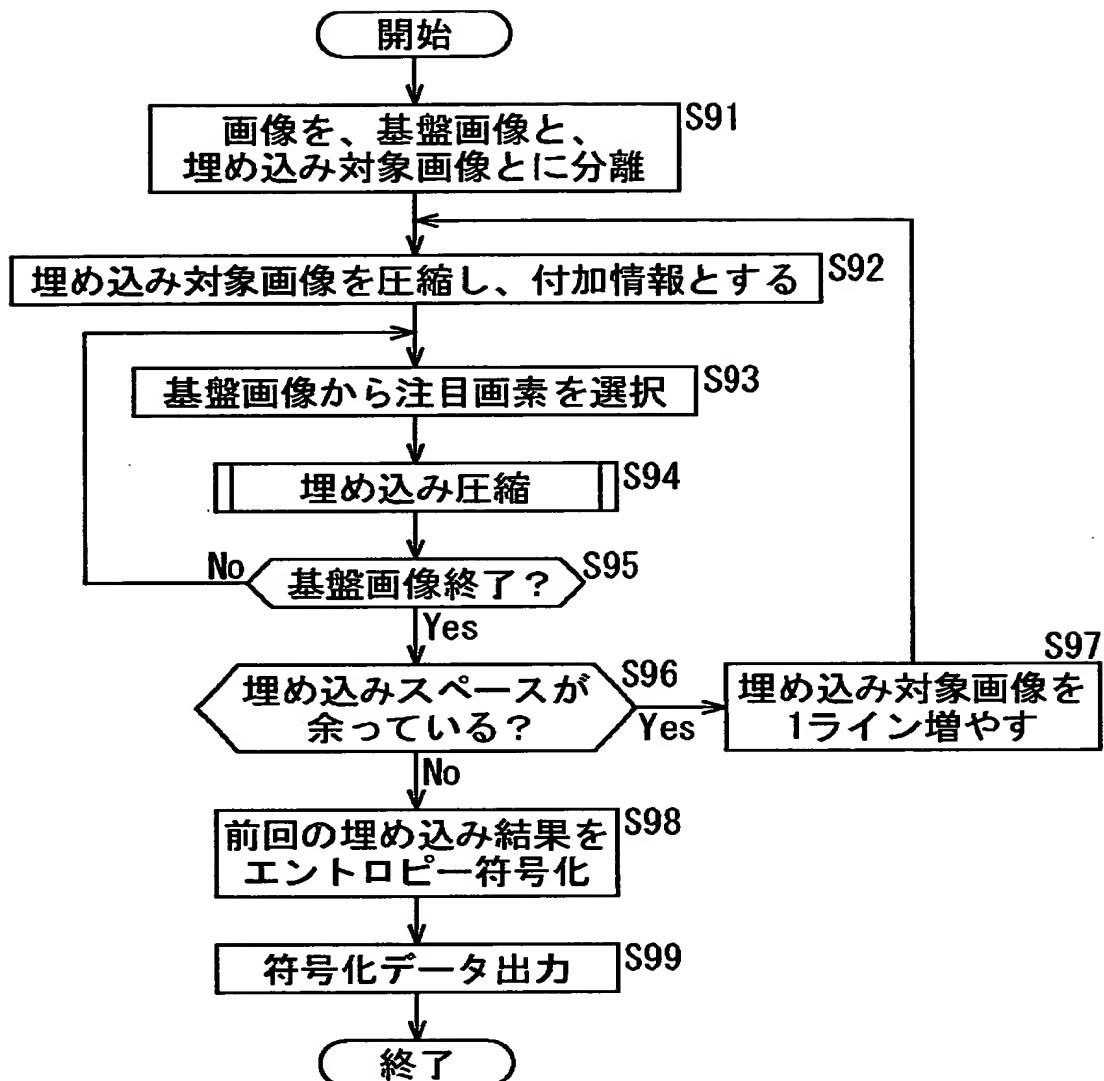
〔図22〕



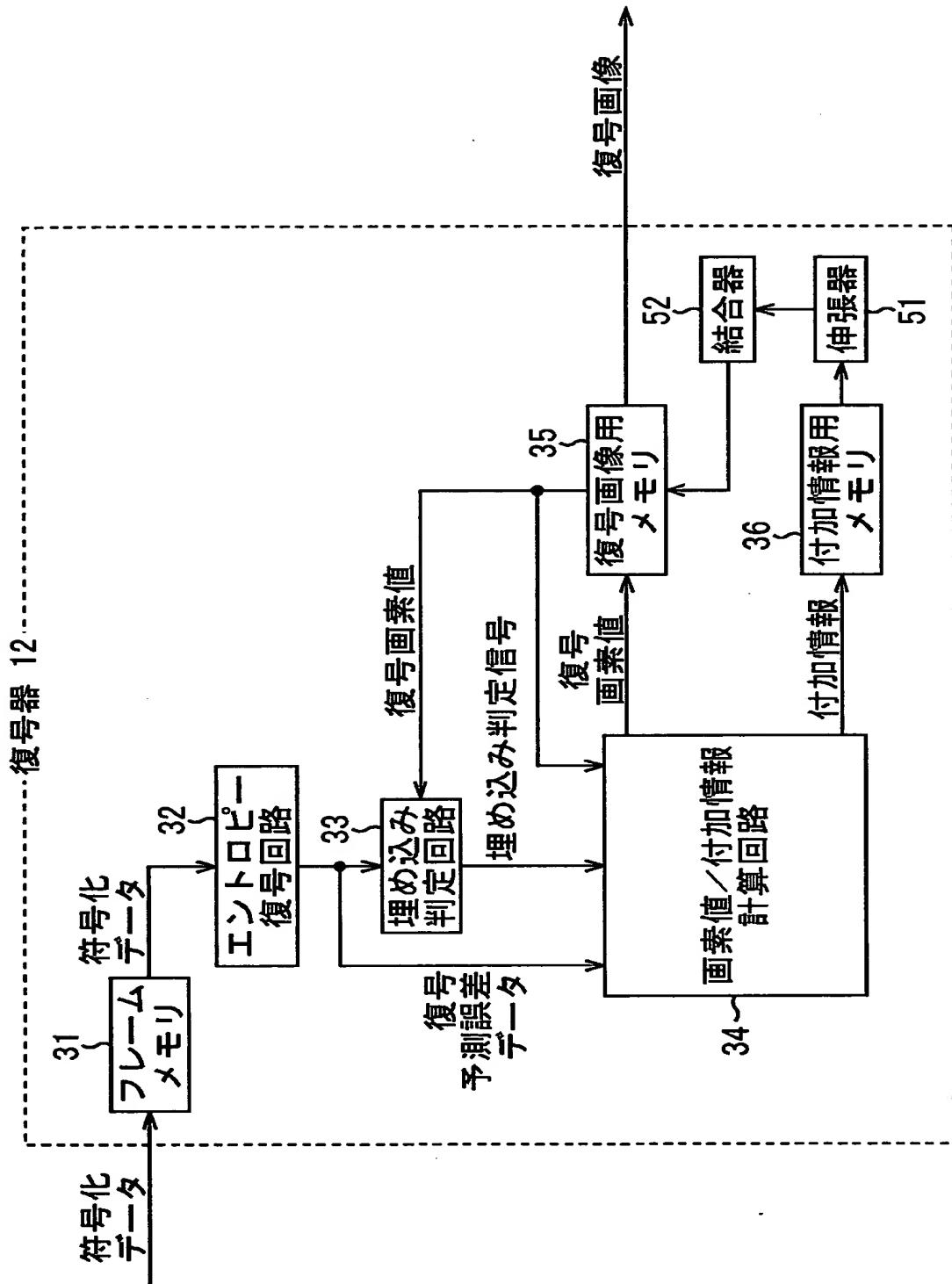
【図23】



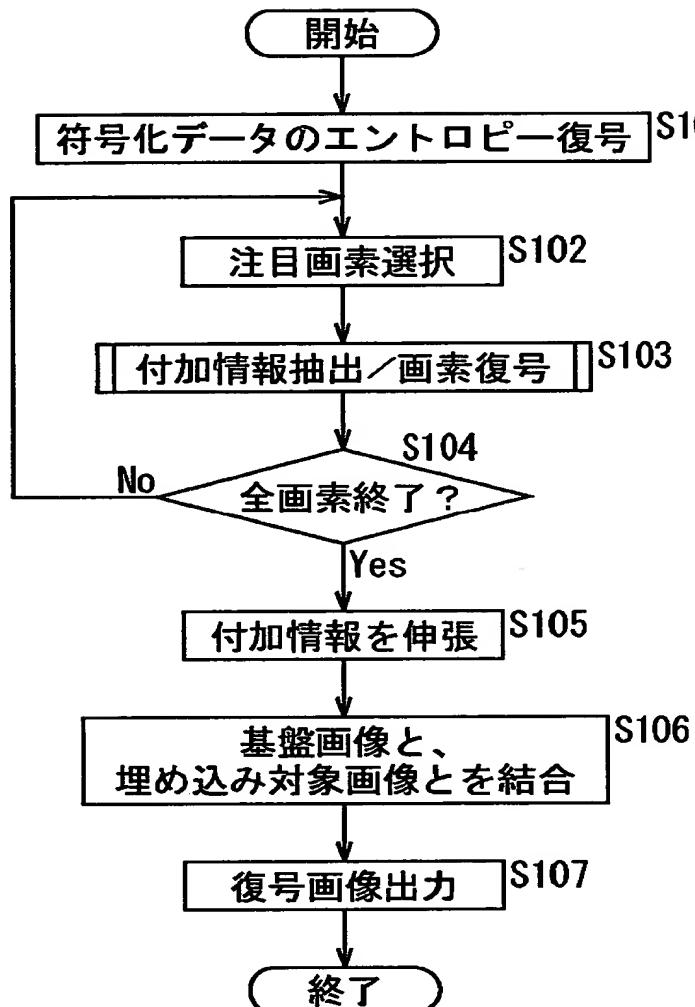
【図24】



【図25】



【図26】

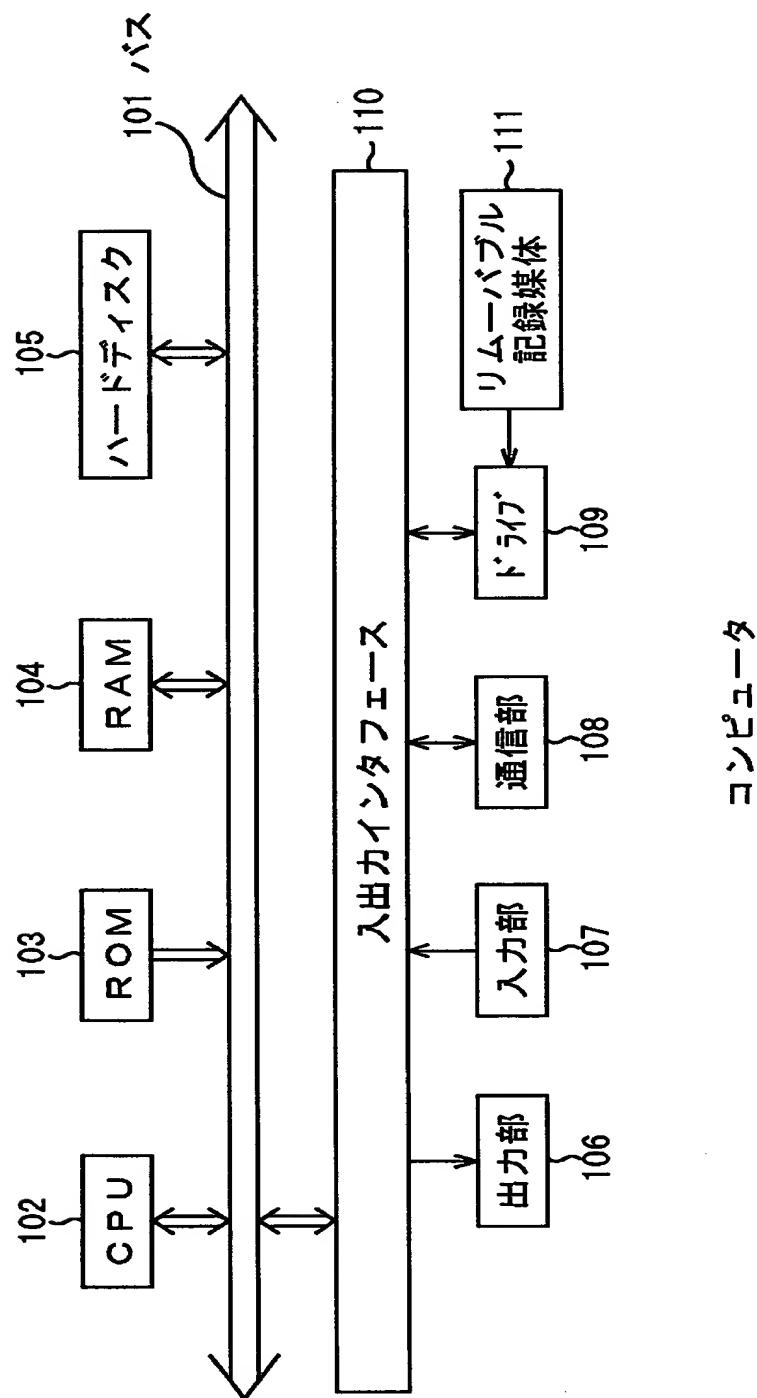


【図27】

処理結果(圧縮率)

圧縮方法	画像 #1	画像 #2
本方式	0.681	0.519
従来の予測符号化	0.691	0.539

【図28】



コンピュータ

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 オーバヘッドなしで復号可能な、完全可逆の符号化を行う。

【解決手段】 埋め込み圧縮符号化器11では、画像を構成する画素のうち、注目している注目画素の予測値を予測する予測方式が、付加情報に基づいて選択され、その予測方式によって注目画素を予測することにより、予測値が求められるとともに、注目画素に、付加情報が埋め込まれる。そして、予測値の予測誤差を求められ、符号化データとして出力される。一方、復号器12では、符号化データのうちの注目している注目画素から、その予測値の予測に用いられた予測方式が認識され、その予測方式に基づいて、注目画素が復号されるとともに、その注目画素に埋め込まれていた付加情報が復号される。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名 ソニー株式会社